This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

# SOCIÉTÉ
# GÉOLOGIQUE
## DE FRANCE.

16

PARIS. — IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
IMPRIMEUR DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, RUE MIGNON, 2.

# Bulletin

DE LA

# SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

*Tome Seizième. Deuxième série.*

V. 16

1858 A 1859.

PARIS,
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ
RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 24.

1859

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

# SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

## *Séance du* 8 *novembre* 1858.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT, *vice-président.*

M. Albert Gaudry, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membre de la Société :

M. Borissak, professeur de géologie et de minéralogie à l'Université de Kharkow (Russie), présenté à la Réunion extraordinaire de Nevers par MM. J. Guillemin et Ch. Sainte-Claire Deville.

Le Président annonce ensuite six présentations.

### DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice et des cultes, *Journal des savants*, juin à octobre 1858.

De la part de M. Clément Mullet, *Recherches sur l'histoire naturelle et la physique chez les Arabes. — Pesanteur spécifique de diverses substances minérales, etc.*, in-8, 31 p. Paris, 1858, imprimerie impériale.

De la part de M. H. Coquand, *Carte géologique de la Charente*, 1 f. colombier, 1858.

De la part de M. G.-J. Deshayes, *Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris*, 15e et 16e livraisons, p. 553-624, pl. 69 et 78, in-8.

De la part de M. J. Durocher, *Essai de pétrologie comparée* (extr. des *Ann. des mines*, t. XI, p. 217), in-8, 43 p.

De la part de M. A. Erdmann, *Beskrifning öfver Dalkarsbergs Jernmalmsfält uti Nora Socken och Oerebro län* (aft. ur *K. Vetensk. Akad. Handl. för ar* 1855), in-4, 44 p., pl. X-XXIII. Stockholm, 1858, chez P.-A. Nordstedt et Söner.

De la part de M. J.-A. Eudes-Deslongchamps, *Essai sur les Plicatules fossiles des terrains du Calvados, etc.* (extr. du XI^e vol. des *Mém. de la Soc. linn. de Normandie*), in-4, 164 p., pl. VII-XX. Caen, 1858, chez A. Hardel.

De la part de M. le professeur G. Forchhammer, *Oversigt over det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs Forhanlinger og dets Medlemmers Arbeider* 1853, 1854, 1856 et 1857, in-8.

De la part de MM. J.-W. Foster et J.-D. Whitney, *Report on the geology of the Lake Superior land district.* — Part. II. — *The iron region, together with the general geology*, in-8, 406 p., 35 pl. 1 atlas in-8 de cartes. Washington, 1851, chez A. Boyd Hamilton.

De la part de M. M.-M.-J. de Galdo :

1° *Manual de historia naturale*, 4^e édition, in-8, 358 p. Madrid, 1856, chez J. Rodriguez.

2° *Breve historia del mastranzo y noticias varias sobre el colera-morbo*, in-8, 27 p. Madrid, 1856, chez Manuel Galiano.

De la part de M. James Hall :

1° *Palæontology of New-York*, vol. II, in-4. Albany, 1852.

2° *Geological survey of Canada. — Report on Canadian Graptolites*, in-8, 39 p., 6 pl. Montréal, 1858, chez John Lovell.

De la part de M. Gustave Jenzsch, *Die Verbreitung des Melaphyr und Sanidin-quarz-porphyr*, etc., in-8, 51 p., avec 1 carte et 1 pl. de coupes. Berlin, 1858.

De la part de M. Henri Lecoq, *Études sur la géographie botanique de l'Europe*, etc., t. IX. Paris, 1858, chez J.-B. Baillière et fils.

De la part de M. Jules Marcou, *Geology of North America*, in-4; 144 p., 3 cartes, 7 pl. de fossiles. Zurich, 1858, chez Zürcher et Furrer.

De la part de M. Casiano de Prado, *Altura de los picos de Europa, situados en el confin de las provincias de Leon, Oviedo y Santander, sobre el nivel del mar*, in-8, 18 p.

De la part de M. Carlos Ribeiro :

1° *Reconhecimento geologico e hydrologico dos terrenos das*

*visinhanças de Lisboa*, vol. I, 1re partie, in-8, 159 p., 1 carte. Lisbonne, 1857.

2° *Memorias sobre as minas de Carvao dos districtos do Porto e Coimbra e de Carvao e ferro do districto de Leiria*, vol. I, 2e partie, p. 165-328, 6 cartes et planches de coupes. Lisbonne, 1858.

De la part de MM. B.-F. Shumard et G.-C. Swallow, *Description of the new fossils, from the coal measures of Missouri and Kansas* (from *Trans. Acad. sci., St-Louis*, vol. I, n° 2), in-8, 32 p. Saint-Louis, 1858, chez Geo. Knapp et Ce.

De la part de M. Terquem, *Rapport de la Commission d'hygiène publique sur l'utilité des citernes dans le département de la Moselle*, in-8, 12 p. Metz....., chez J. Verronnais.

De la part de M. Doumet, *Rapport sur le projet de loi relatif à l'acquisition des collections de fossiles recueillies par feu M. Alc. d'Orbigny* (Corps législatif, session 1858), in-8, 12 p.

De la part de M. E. Duché, *Recherches statistiques sur le choléra de l'Yonne en* 1854 *dans ses rapports avec la nature géologique du sol* (extr. du *Bull. de la Soc. des sc. hist. et nat. de l'Yonne*), in-8, 23 p. Auxerre, 1858, chez Perriquet.

De la part de M. Hennocque, *Rapport par M. Chauchard sur un projet de loi relatif à l'acquisition de la collection ornithologique, livres, notes et manuscrits laissés par feu le prince Charles Bonaparte* (Corps législatif, session, 1858), in-8, 8 p.

De la part de M. J.-C. Houzeau :

1° *Essai d'une géographie physique de la Belgique*, in-8, 331 p., 4 pl. Bruxelles. 1854, chez M. Hayez.

2° *De la symétrie des formes des continents* (extr. de la *Revue trimestrielle*, t. V et VI), in-12, 57 p. Bruxelles....., chez Henri Samuel.

De la part de M. A.-T. Kupffer, *Compte rendu annuel, année* 1856 ; *Supplément aux Annales de l'observatoire physique central pour l'année* 1855. Saint-Pétersbourg, 1857.

De la part de M. Melleville, *Ma réponse à M. Deshayes*, in-8, 28 p., 1er juin 1858, chez Ed. Fleury.

De la part de M. A. Quételet, *Sur le climat de la Belgique*, t. II, in-4, 55-120 p. Bruxelles, 1857, chez M. Rayez.

De la part de M. J. Salleron, *Notice sur les instruments de précision construits par J. Salleron*, 1re partie, *Météorologie*, in-8, 87 p. Paris, 1858.

De la part de M. John Morris, *A monograph of the mollusca from the great oolite, chiefly from Michinhampton and the coast of Yorkshire, part* I, *Univalves*, par MM. Morris et J. Lycett, in-4, 148 p., 15 pl. Londres, 1850.

De la part de sir Roderick I. Murchison, *Geology of Scotland. — Leeds meeting of the British Association*, 1858, in-4, 8 p.

De la part de M. Wrottesley, *Report to be presented by the parliamentary committee to the British Association for the advancement of science at Glascow, on the question, whether any measures could be adopted by the governement or parliament that would improve the position of science or its cultivators in this country*, in-8, juillet-août 1855.

De la part de M. le Dr H.-G. Bronn, *Untersuchungen über die Entwickelungs-Gesetze der organischen Welt während der Bildungs-Zeit unserer Erd-Oberfläche*, in-8, 502 p. Stuttgart, 1858, chez E. Schweizerbart.

De la part de M. le chevalier Karl de Hauer :

1° *Ueber die Beschaffenheit der Lava des Aetna von der Eruption im Iahre* 1852, in-8, 8 p.

2° *Palaontologische Notizen*, in-8, 16 p., 2 pl.

3° *Ein Beitrag zur Kenntniss der Fauna der raibler Schichten*, in-8, 32 p., 6 pl.

4° *Ein geologischer Durchschnitt der Alpen von Passau bis Duino*, in-8, 98 p., 4 pl.

(Ces quatre notes extraites des *Sitzungberichte der math.-nat. Classe der k. Ak. der Wiss. zu Wien*, vol. XI, XXIV et XXV.)

5° *Chemische Analyse der Fahlerze von Poratsch bei Schölmnitz in Ungarn*, in-4, 6 p.

6° *Chemische Untersuchung des Uranpecherzes von Pribram in Böhmen*, in-4, 4 p.

7° *Ueber ein Vorkommen von Schwefelarzen in den Braunkohlen von Fohnsdorf in Steiermark*, in-4, 2 p.

8° *Ueber die Gliederung der Trias-lias und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen*, in-4, 70 p.

9° *Ueber die Zusammensetzung einiger Mineralien mit besonderer Rücksicht auf ihren Wassergehalt*, in-4, 21 p.

(Ces cinq dernières notes extraites du *Jahrbuch der K. K. geologischen Reichanstalt*, années 1852, 1853 et 1854.)

De la part de M. le professeur Oswald Heer, *Die Schieferkohlen von Utznach und Dürnten*, in-12, 40 p. Zurich, 1858, chez Orell Füssli et Cᵉ.

De la part de M. le Dʳ Albert Oppel, *Weitere Nachweise der kössener Schichten in Schwaben und in Luxemburg* (extr. des *Sitzungsb. der math.-nat. Cl. der k. Ak. der Wissensch. zu Wien*, vol. XXVI), in-8.

De la part de M. Ferd. Roemer, *Ueber Fisch-und-Pflanzenführende Mergelschiefer des Rothliegenden bei Klein-Neundorf unweit Löwenberg*, etc. (extr. de *Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch.*, 1857), in-8, p. 51-84, 1 pl.

De la part de M. le Dʳ Friedrich Rolle, *Ueber einige an der Grenze von Keuper und Lias in Schwaben auftretende Versteinerungen* (extr. de *Sitzungsb. des math.-nat. Cl. der k. Ak. der Wissensch. zu Wien.*, vol. XXVI), in-8, 22 p., 1 pl.

De la part de M. Friedrich Schmidt, *Untersuchungen über die silurische Formation von Ehstland, Nord-Livland und Oesel* (extr. de *Arch. für die naturk. Liv-Ehst-und Kurlands*, 1ʳᵉ sér., t. II, p. 1-248), in-8, 248 p., 1 carte. Dorpat, 1858, chez Henri Laakmann.

De la part de M. le chevalier Victor de Zepharovich :

1° *Ueber eine Pseudomorphose von Weissbleierz nach Bleiglanz von Beresowsk in Sibirien* (extr. de *Mitth. von Freund. der Naturwiss. in Wien*, vol. VI, nov. 1849, p. 121), in-8, 9 p.

2° *Die Erzlagerstaetten in Ljupkova-Thale des Illirisch-Banater Graenzregiment-Bezirkes* (extr. de *Hinguenau's oesterr. Zeitschrift für Berg-und Hüttenwesen*, 1857, n° 2), in-8, 10 p.

3° *Ein Besuch auf Schaumburg* (extr. de *Jarhb. der K. K. geolog. Reichanstalt*, 1857).

De la part du gouvernement hollandais, *Geologische Kaart van Nederland*, feuille 14. Rijnland.

De la part de M. le professeur G. Belli, *Continuazione dei Pensieri sulla consistenza e sulla densita della crosta solida terrestre*, art. 3. — *Applicazione alle eruzioni vulcaniche* (21 août 1851) (extr. du *Giorn. dell' I. R. Istituto Lombardo di sc., lett. ed arti*, t. IX), in-4, pp. LI-CVIII-71-88. Milan, 1856.

De la part de M. P.-A. Hanzen, *Supplément aux tables du Soleil de MM. P.-A. Hanzen et C.-F.-R. Olufsen*, in-4, 7 p. Copenhague, 1857, chez Bianco Luno.

De la part de M. N.-J. Anderson :

1° *Register öfver de till k. vet.-Ak. af J. E. Wikström afg. Ars-Berattelser i Botanik*, 1820-1838, in-8, 170 p. Stockholm, 1852.

2° *Berättelse om Botaniska Arbeten och Upptäckter* 1853 *et* 1854, in-8, 292 p. Stockholm, 1856.

De la part de M. Bernh. v. Beskow, *Om förflutna tiders svenska Ordboks-företag*, in-8, 39 p. Stockholm, 1857.

De la part de M. C.-H. Boheman, *Berättelse om framstegen i insekternas, etc., för* 1851-1852 *et* 1853-1854, 2 vol. in-8. Stockholm, 1856 et 1857.

De la part de M. E. Edlund, *Berättelse om framstegen i fysik under ar* 1851, in-8, 187 p. Stockholm, 1854.

De la part de M. Carl J. Sundevall, *Berättelse om framstegen i vertebrerade Djurens natural historia och etnografien under aren* 1845-1850, in-8, 466 p. Stockholm, 1853.

De la part de M. John Em. Wikström, *Ars-Berättelser om Botaniska Arbeten och Upptäcker for aren* 1845, 1846, 1847, 1848, 1850 *et* 1852, 3 vol. in-8. Stockholm, 1854, 1855 et 1857.

De la part de M. William P. Blake, *Description of the fossils and shells collected in California*, in-8, 84 p. Washington, 1855.

De la part de MM. le professeur James C. Booth et Camp-

nell Morfit, *Smithsonian report. — On recent improvements in the chemical arts*, in-8, 216 p. Washington, 1852.

De la part de M. Henry J. Carter, *Geological papers on Western India including Cutch, Sinde, and the south-east coast of Arabia, to wich is appended a Summary of the geology of India generally*, in-8, 808 p., *with an atlas of maps and plates*. Bombay, 1857.

De la part de M. J.-W. Dawson, *On the newer pliocene and post-pliocene deposits of the vicinity of Montreal, with notices of fossils recently discovered in them* (from the *Canadian naturalist and geologist*), in-8, 28 p. Montréal, 1858.

De la part de M. Ch. Girard :

1° *Contributions to the Ichthyology of the western coast of the United States, from specimens in the Museum of the Smithsonian Institution* (from the *Proc. of the Ac. of natur. sc., June* 1856), in-8, 7 p.

2° *Researches upon the Cyprinoid fishes inhabiting of the United States, west of the Mississippi valley, from the specimens in the Museum of the Smithsonian Institution* (from the *Proc. of the Ac. of nat. sc., september* 1856), in-8, 54 p.

De la part de M. le Dr Hare, *De la conclusion à laquelle est arrivé un comité de l'Académie des sciences de France, qui prétend que les ouragans sont causés par la chaleur*, etc., in-18, 30 p. New-York, 1853.

De la part de M. le professeur Joseph Henry, *Meteorology in its Connection with agriculture* (from the *Agricult. report of the United States patent Office*, 1856), in-8, p. 455-495. Washington, 1858.

De la part de M. Francis Holmes, *Remains of domestic animals discovered among post-pleiocene fossils in South-Carolina*, in-8, 16 p. Charleston, S. C., 1858, chez James et Williams.

De la part de M. Howard Stansbury, *Exploration and survey of the valley of the great salt Lake of Utah*, in-8, 487 p., avec un atlas (in-8) de cartes. Philadelphia, 1852, chez Lippincott, Grambo et Ce.

De la part de M. le lieutenant J.-C. Ives, *Memoir to accompany a militar map of the peninsula of Florida, south of*

*Tampa bay*, in-8, 42 p., 1 carte. New-York, 1856, chez M.-B. Wynkop, Book et Job.

De la part de M. Jos. C.-G. Kennedy, *History and Statistics of the state of Maryland, according to the returns of the seventh census of the United States*, 1850, in-f., 104 p. Washington, 1852, chez Gideon et C°.

De la part de M. W. Kitchell :

1° *Second annual report on the geological survey of the state of New-Jersey, for the year* 1856, in-8, 248 p., 2 cartes. Trenton, 1856.

2° *Third annual report of the geological survey of the state New-Jersey, for the year* 1856, in-8, 79 p. Trenton, 1857.

3° *Geology of the County of Cape May, state of New-Jersey*, in-8, 211 p., 1 carte. Trenton, 1857.

De la part de M. Isaac Lea :

1° *Rectification of M. T.-A. Conrad's Synopsis of family of Naiades of North America* (from the *Proc. of the Ac. of nat. sc. of Philadelphia, febr.* 1853), in-8, 16 p.

2° *Various extracts from the Proc. of the same Ac.*, 1856 *and* 1847, in-8, 24 p.

3° *Observations on the Genus Unio, together with descriptions of new species in the family Unionidæ* (from the *Journ. of Ac. of nat. sc. of Philadelphia*, vol. VI, part 1, 1857), in-4, 41 p., 13 pl.

4° *Fossil Foot-Marks in the red sandstone of Pottsville* (*Pennsylvania*), grand in-f., 1 pl. Philadelphia, 1855, chez T. K. et P.-G. Collins.

De la part de M. Joseph Leidy, *Notice of remains of extinct vertebrata, from the valley of the Niobrara river* (from the *Proc. of the Ac. of nat. sc. of Philadelphia, march* 1858), in-8, p. 20-29.

De la part de MM. F.-B. Meek and F.-V. Hayden :

1° *Description of the new species of Acephala, Gasteropoda and Cephalopoda, from the cretaceous formations of Nebraska territory*, in-8, p. 63-87.

2° *Descriptions of new species of Acephala and Gasteropoda, from the tertiary formations of Nebraska territory*, etc., in-8, p. 111-126.

(Ces deux notes extraites des *Proc. of the Ac. of nat. sc. of Philadelphia*, 1856.)

De la part de M. F.-E. Melsheimer, *Catalogue of the described Coleoptera of the United States*, in-8, 174 p. Washington, 1853.

De la part de M. J.-S. Newberry, *Fossil fishes from the devonian rocks of Ohio*, in-8, 8 p. 1857.

De la part de M. D.-D. Owen :

1° *Report of a geological survey of Wisconsin, Iowa, and Minnesota, and incidentally of a portion of Nebraska territory*, in-4, 638 p., avec 1 volume in-4 de cartes, coupes et planches. Philadelphia, 1852, chez Lippincott, Grambo et Ce.

2° *Report of the geological survey in Kentucky, made during the years 1854 and 1855*, in-4, 416 p. 1 carte et 8 pl. de coupes. Frankfort (Kentucky), 1856, chez A.-G. Hodges.

De la part de M. James G. Percival, *Annual report of the geological survey of the state of Wisconsin*, in-8, 111 p. Madison, 1856, chez Calkins and Proudfit.

De la part de M. James M. Safford, *A geological reconnaissance of the state of Tennessee*, in-8, 164 p., 1 carte. Nashville, Tenn., 1856, chez G.-C. Torbett et Ce.

De la part de M. J.-M. Stanley, *Portraits of North american Indians*, etc., in-8, 76 p. Washington, déc. 1852.

De la part de M. G.-C. Swallow :

1° *The first and second annual reports of the geological survey of Missouri*, in-8, 240 p., cartes et planches. Jefferson City, 1855, chez James Lusk.

2° The Rocks *of Kansas, with descriptions of new permian fossils* (from *Trans. Acad. sc., Saint-Louis*, vol. I, n° 2), in-8, 27 et 3 p. Saint-Louis, 1858.

De la part de M. J.-B. Trask :

1° *Report on the geology of the coast mountains, and part of the Sierra Nevada*, in-8, 95 p. .... 1854.

2° *Report on the geology of the coast mountains*, in-8, 95 p. .... 1855.

De la part de M. B.-L.-C. Wailes, *Report on the agriculture and geology of Mississippi*, in-8, 371 p. Philadelphia, 1854, chez Lippincott, Grambo et Ce.

De la part de M. le lieutenant G.-K. Warren, *Letter to the hon. G. W. Jones relative to his explorations of Nebraska territory*, in-8, 15 p., 1 carte. Washington, 29 janv. 1858.

De la part de M. Wilson Jewell, *Sanitary, meteorological and mortuary report of the Philadelphia Country medical Society, for* 1855, in-8, 64 p. Philadelphia, 1856, chez T. K. and P. G. Collins.

De la part de MM. Wolcott Gibbs and Fr. A. Genth, *Smithsonian contributions to Knowledge. — Researches on the Ammonia-Cobalt bases*, in-4. 67 p. Washington, 1856.

De la part de M. Auguste Bravard, *Monografia de los terrenos marinos terciarios de las cercanias del Parana*, in-4, 107 p. Parana, 1858.

*Notice of some remarks by the late M. Hugh Miller* (various extracts from the *Proc. of the Ac. of nat. sc. of Philadelphia*, 1854 *et* 1857), in-8, 19 p.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1858, 1er semestre, t. XLVI, nos 25 et 26.

*Tables des Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1er semestre de 1858, t. XLVI.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1858, 2e sem., t. XLVII, nos 1 à 18.

*Annuaire de la Société météorologique de France*, 1857, t. V, 2e part., *Bull. des séances*, f. 25-32, 33-37. — 1857, 1re part., *Tabl. météor.*, f. 1-10. — 1858, t. VI, 2e part., *Bull. des séances*, f. 1-6. — *Tables usuelles*, f. 9-14.

*Bulletin de la Société de géographie*, 4e série, t. XV, nos 89 et 90, mai et juin 1858; t. XVI, nos 91 à 94, juillet à octobre 1858.

*Société imp. et centrale d'agriculture.—Bulletin des séances*, 2e série, t. X, nos 6 et 7; t. XII, no 6; t. XIII, nos 4 et 6.

*Société imp. et centrale d'agriculture. — Séance publique annuelle tenue le mercredi* 29 *août* 1855.

*Réforme agricole*, par M. Nérée Boubée, nos 114 à 117, 11e année, juin à septembre 1858.

*L'Institut*, nos 1277 à 1296, 1858.

*L'Ingénieur*, nouv. série, nos 6 à 9, juin à septembre 1858.

*Société académique de Saint-Quentin. — Annales agricoles, etc., du département de l'Aisne*, 2e sér., t. XI. 1853 et 1854.

*Mémoires de la Société d'agriculture, etc., du départ. de l'Aube*, nos 94, 95 et 96, 2e, 3e et 4e trim. de l'année 1845, t. VI, 2e sér.; nos 33 et 34, 1er et 2e trim. 1855; nos 45 et 46, 1er et 2e trim. 1858.

*Mém. de la Soc. imp. des sciences naturelles de Cherbourg*, t. V, 1857.

*Journal d'agriculture de la Côte-d'Or*, nos 4 et 5, avril et mai 1858.

*Mémoire de l'Académie des sciences, etc., de Dijon*, 2e sér., t. III, année 1854.

*Mémoires de la Société d'émulation du Doubs*, 3e sér., t. II, 1857.

*Mémoire de la Société dunkerquoise pour l'encouragement des sciences*, etc., 1857-1858.

*Annales de la Société d'agriculture, etc., du départ. d'Indre-et-Loire*, t. XXV, nos 2 à 4, avril à décembre 1845; t. XXXIV, n° 1, janvier à juin 1854.

*Bulletin de la Société de statistique, etc., du départ. de l'Isère*, 2e sér., t. IV, livraison 1 et 2, 1858.

*Annales de la Société imp. d'agriculture, etc., du départ. de la Loire*, t. I, 3e et 5e livraisons, juillet à décembre 1857.

*Mémoires de l'Académie imp. des sciences, etc., de Lyon. — Classe des sciences*, t. V et VI, 1855 et 1856.

*Annales des sciences physiques et naturelles, etc., publiées par la Société imp. d'agricult., etc., de Lyon*, 2e sér., t. VI, 1854; t. VIII, 1856; 3e sér., t. I, 1857.

*Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, nos 181 à 144.

*Mémoires de la Société royale des sciences, etc., de Nancy*, 1844.

*Précis analytique des travaux de l'Académie impériale des sciences, etc., de Rouen, pendant l'année* 1856-1857.

*Bulletin de la Société de l'industrie minérale de Saint-Étienne*, t. III, 2e livraison, octobre à décembre 1857; 3e livraison, janvier à mars 1858.

*Le Pilote de la Somme*, numéro du 17 septembre 1858.

*L'Abbevillois*, numéro du 21 septembre 1858.

*Mémoires de l'Académie royale des sciences, etc., de Toulouse*, t. I, 3e sér., 1845.

*Société imp. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole*, etc., VIIIe année, nos 1 à 3, juillet à septembre 1855; IXe année, nos 11 et 12, mai et juin 1858; Xe année, nos 1 à 3, juillet à septembre 1858.

*Annales de la Société du départ. des Vosges*, t. IX, 3e cahier, 1857.

*Mémoires de l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique*, in-4, t. XXVIII, 1854; t. XXIX, 1855; t. XXX, 1857.

*Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers, publiés par l'Académie roy. des sciences, etc., de Belgique*, in-4, t. XXVI, 1854-1855.

*Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers, publiés par l'Ac. roy. des sc., etc., de Belgique*, in-8, t. VI, 2e partie, 1855; t. VII, 1858.

*Bulletins de l'Acad. roy. des sciences, etc., de Belgique*, t. XXIII, 2e partie, 1856; 2e série, t. I, II, III, 1857.

*Annuaire de l'Acad. roy. des sciences, etc., de Belgique*, 1857 et 1858.

*Mémoires de la Société roy. des sciences, etc., de Liége*, in-8, t. XI et XIII.

*The quarterly journal of the geological Society of London*, vol. XIV, part. 3, août 1858, n° 55.

*Philosophical transactions of the royal Society of London*, 1855, vol. CXLV, part. 1; 1856, vol. CXLVI, part. 2 et 3; 1857, vol. CXLVII, part. 3.

*Proceedings of the royal Society*, vol. VII, nos 13 et 14; vol. VIII, nos 23 à 26; vol. IX, nos 30 et 31.

*The royal Society*, 30 nov. 1856.

*Transactions of the royal Society of Edinburgh*, vol. XXI, part. 2, 1854-1855; part. 4, 1856-1857.

*Proceedings of the royal Society of Edinburgh*, sessions 1854-1855 et 1856-1857.

*The Transactions of the royal Irish Academy*, vol. XXII, part 5, *Science*.

*Proceedings of the royal Irish Academy for the year* 1853-1854.

*The Athenæum ;* nos 1600 à 1619, 1858.

*The Atlantiss*, n° 2, juillet 1858.

*Report of the* 26th *meeting of the british Association for the advancement of science, held at Cheltenham in August* 1856, in-8. Londres, 1857, chez John Murray.

*Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1854 et 1857.

*Monatsbericht der K. Preuss. Akad. der Wissenschaften zu Berlin*, août à décembre 1854 ; janvier à juin 1855 ; janvier à juin 1858.

*Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, vol. VII, 1er cahier, 1855 ; vol. VIII, 4e cahier ; vol. IX, 1er et 2e cah. ; vol. X, 1er cah.

*Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften zu Wien*, vol. XII, 5e cahier, 1854 ; t. XIII, 1er et 2e cahiers, t. XIV, 1er, 2e et 3e cahiers, 1854 ; t. XV, 1er et 2e cahiers, 1855.

*Register zu den ersten* 10 *Bänden der Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe der K. Akad. der Wissensch. zu Wien.*

*Almanach der K. Akad. der Wissensch. zu Wien*, 1855.

*Abhandlungen der K. K. geologischen Reichanstalt*, 1855, 2e vol.

*Jahrbuch der K. K. geologischen Reichanstalt*, 1854, nos 3 et 4 ; 1857, nos 3 et 4.

*Neues Jahrbuch*, etc., de Leonhard et Bronn, 1858, 3e et 4e cahiers.

*Mittheilungen des Justus Perthes' geographischer Anstalt, etc.*, 1858, nos 1 à 8, in-4.

*Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz*, VIIe vol., 1er cahier.

*Jahresbericht der Wetteranischen Gesellschaft*, 1850-1851 et 1851-1853.

*Wurtemb. Naturwiss. Jahreshefte*, 1855, 2e cahier ; 1858, 2e et 3e cahiers.

*Acta Academiæ C. L. C. naturæ curiosorum*, vol. XXVI, 1re partie.

*Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino*, 2e sér., t. XVII.

*Association florimontale d'Annecy*, séance du 3 novembre 1854.

*Bulletin de l'Association florimontale d'Annecy et Revue*, nos 1 à 6, janvier à juin 1855.

*Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel*, 11 Theil. erstes Heft. Basel, 1858.

*Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales*, t. VIII, nos 6 et 7.

*Revista minera*, t. VIII, no 175; t. IX, nos 195 à 203.

*O archivo rural*, 1858, nos 3 à 11.

*Mémoires de l'Académie imp. des sciences de Saint-Pétersbourg*, VIe série, *Sciences mathém. et phys.*, t. VI. 1857.

*Bulletin de la Société imp. des naturalistes de Moscou*, 1853, nos 3 et 4; 1854, no 1; 1857, nos 2, 3, 4; 1858, no 1.

*Det K. Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter. Femte Række. Tredie Bind.* Copenhague, 1853, in-4.

*K. Svenska Vetenskaps-Academiens Handlingar*, in-8, nouv. série, Ier vol., 1re partie, 1855. Stockholm.

*K. Vetenskaps-Academiens Handlingar for* 1851, 1852, 1853 et 1854, in-8. Stockholm.

*Oefversigt af K. Vetensk.-Ak. Förhandlingar*, 1852, 1853, 1854 et 1856, in-8. Stockholm.

*The american journal of science and arts*, 2e série, nos 57 et 58, 1855; nos 76 et 77, 1858.

*Memoirs of the american Academy of arts and sciences*, in-4, nouv. série, vol. VI, 1re partie. Cambridge and Boston, 1857.

*Proceedings of american Academy of arts and sciences*, vol. III, f. 32-52; vol. IV, f. 1-11.

*Journal of the Academy of natural sciences of Philadelphia*, in-4, nouv. série, vol. III, parties 1, 3 et 4. Philadelphie, 1855, 1856, 1858.

*Proceedings of the american Academy of arts and sciences*, in-8, vol. III, ff. 24-31; vol. VI, ff. 12-46; vol. VII, ff. 3-22; vol. VIII, ff. 8-24, année 1857, ff. 1-16; année 1858, ff. 1-9 et 1*.

*Act of incorporation and by-laws of the Academy of natural sciences of Philadelphia*, in-8, 38 p. Philadelphia, 1857.

*Catalogue of human crania in the collection of the Academy of natur. sc. of Philadelphia*, by J. Aitken Meigs, in-8, 112 p. Philadelphia, 1857.

*Proceedings* of the *Boston Society of natural history*, vol. I à V, 1841 à 1856, 1856; vol. VI, octobre 1856 à avril 1857.

*Boston journal of natural history*, vol. VI, nos 1, 2 et 3.

*The Canadian naturalist and geologist, and proceedings of the natural history Society of Montreal*, vol. III, nos 3 et 4, juin et juillet 1858.

*The Canadian journal of industry, science and art* (*Toronto*), nouv. sér., n° 17, septembre 1858.

*The Transactions of the Academy of science of Saint-Louis*, in-8, vol. I, nos 1 et 2. Saint-Louis, 1857 et 1858.

Report *of the Superintendent of the Census for december* 1, 1852, *in-8*, 160 p. Washington, 1853.

38th *Annual report of the controllers of the public schools of first school district of Pennsylvania, for the year* 1856, in-8, 172 p. Philadelphia, 1857.

*Norton's literary register and book buyer's almanack for* 1853, in-12, 132 p. New-York, 1853.

*Message from the President of the United States to the Houses of Congress*, 1854-1855, part. 1 et 2, 2 vol. in-8; 1855-1856, part 1, 2 et 3, 3 vol. in-8. Washington.

*Maps and views to accompagny Message and Documents* 1854-1855 et 1855-1856, 2 vol. in-4.

*Report of the Superintendent of the Coast Survey, showing the progress of the Survey, during the years* 1855 *and* 1856, 1 vol. in-4. Washington, 1856.

*Reports of explorations and Surveys to ascertain the most practicable and economical route for a Rail-road from the Mississippi to the Pacific Ocean*, 1853-1856, vol. II à VII, in-4. Washington, 1855-1857.

*Smithsonian contributions to Knowledge*, in-4, vol. V, VI, VII et IX.

*Appendix.* — *Publications of learned societies and perio-*

*dicals in the library of the Smithsonian Institution*, 2e partie, in-4, 34 p.

*Occultations of planets and stars by the moon, during the year* 1853, computed by John Downes, in-4, 35 p. Washington, 1853.

*Annual report for* 1851 *to* 1856 *of the board of regents of the Smithsonian Institution*, 6 vol. in-8.

*Smithsonian miscellaneous collections. — Tables meteorological and physical prepared for the Smithsonian Institution*, by Arnold Guyot, in-8, 2th edition. Washington, 1858.

*An account of the Smithsonian Institution; its founder, building, operations*, etc., by W. J. Rhees, in-8, 54 p. Washington, 1857.

*Report of the Board of the trustees of the Wisconsin Institution for the education of the blinds*, 31 *decemb.* 1853, in-8, 19 p. Madison, 1853.

*Constitution and by-laws of the New-Orleans Academy of sciences*, in-8, XXII p. New Orleans (Louisiana), 1854.

*Proceedings of the New Orleans Academy of sciences*, in-8, vol. I, n° 1. 1854.

*Revista de ciencias i letras* (*Santiago, Chili*), in-8, t. I, n° 1. 1857.

*Acta Societatis scientiarum Indo-Neerlandicæ*, in-8, vol. I et II, 1856 et 1857. Batavia.

*Tijdschrift voor indische tal-landen volkenkunde*, etc., 1854, nos 1 à 6; 1855, nos 1 à 6; 1856, nos 1 à 6.

*Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indië*, 1855 nos 1 à 5; 1856, nos 1 et 2; 1857, nos 5 et 6.

M. de la Roquette lit une notice biographique sur M. Keilhau.

M. de la Roquette offre à la Société plusieurs échantillon de coquilles, de la part de Mme Kerr.

M. Deshayes donne lecture de la lettre suivante de M. Sandberger.

*Extrait d'une lettre de M. Sandberger.*

Carlsruhe, le 30 octobre 1858.

Dans les environs de Rötteln, Stetten, Kleinkems et d'autre

localités auprès de Bâle, j'ai trouvé des coupes exactement correspondantes à celles de M. Greppin. J'y ai observé le terrain sidérolitique avec les gypses contemporains de ceux de Montmartre, accompagnés des couches d'Alzey, avec un assez grand nombre de fossiles. Ces couches sont tout à fait composées de cailloux ou de débris plus fins, empruntés aux couches jurassiques. J'ai aussi trouvé au-dessus une couche calcaire, remplie de *Cyrena cubarata*; elle fait la fin des couches d'eau saumâtre, car les calcaires blancs qui la recouvrent sont remplis de Planorbes, de Lymnées, et sont terminés par une couche bitumineuse, contenant en très grand nombre la *Melania Escheri*. Cette espèce est accompagnée d'une faune toute fluviatile, composée de Planorbes, Mélanopsides, Lymnées, Paludines, Cyclostomes, etc. Il n'y a pas dans le Brisgau de couches plus récentes, excepté à Oberweiler, où le tout est recouvert d'une couche à Cypris. Le miocène marin manque entièrement.

M. Scipion Gras lit la note suivante sur la géologie du Briançonnais.

## *Note sur la constitution géologique du Briançonnais*, par M. Scipion Gras.

Dans un Mémoire ayant pour titre : *Esquisse d'une carte géologique du Dauphiné* (1), M. Lory a contesté l'exactitude d'une coupe générale du terrain anthracifère du Briançonnais que nous avons publiée il y a déjà plusieurs années (2). Nous étions d'abord décidé à ne pas tenir compte de cette critique, puisqu'elle ne consiste qu'en de simples assertions à l'appui desquelles l'auteur ne donne aucune preuve. Mais au-dessus de la question personnelle, il y a ici une question géologique d'une grande importance. Le terrain anthracifère des Alpes n'est pas un terrain comme un autre. La découverte des véritables lois de la paléontologie dépend de la connaissance exacte de sa constitution. Il y a donc un grand intérêt scientifique à combattre tout ce qui tend à en donner une idée fausse, quand même on n'aurait à réfuter que de pures hypothèses. Pour cette raison, nous ferons une réponse à M. Lory ; elle sera d'ailleurs très courte.

---

(1) *Bulletin*, t. XV, p. 10.

(2) *Bulletin*, t. XII, pl. IX, et *Annales des mines*, 5e sér., t. V, p. 473.

Notre coupe générale du terrain anthracifère peut être divisée en deux parties distinctes. La première s'étend depuis les environs de la Grave jusqu'au sommet du Chardonnet; elle montre la succession ascendante des divers étages du système à anthracite. La seconde part du sommet du Chardonnet et se prolonge jusqu'au delà d'Oulx (Piémont). Elle offre les mêmes groupes que la première, mais en succession descendante, les grès de la montagne du Chardonnet formant le couronnement géologique de toute la contrée.

Considérons d'abord la coupe du terrain compris entre la Grave et le Chardonnet. Il serait inutile de la décrire ici avec détails, puisque cela a été fait ailleurs. Nous nous contenterons de rappeler qu'elle se compose de huit groupes de couches alternativement calcaires et arénacées, et que ces divers groupes s'enfoncent successivement les uns au-dessous des autres. Nous n'avons pas établi cette suite de superpositions d'après de simples apparences stratigraphiques; car nous savons depuis longtemps que de pareilles apparences peuvent induire en erreur dans tous les pays dont le sol a été disloqué, et par conséquent plus particulièrement dans les Alpes qu'ailleurs. Nous n'avons admis comme réelles que les superpositions qui étaient en effet certaines. Il a fallu pour cela que, la ligne de contact des couches étant parfaitement à découvert, on les vît nettement les unes au-dessus des autres. Il y a plus : pour nous assurer de cette position relative, une seule observation ne nous a pas suffi, quelque claire qu'elle fût, nous avons eu soin d'en faire plusieurs, en suivant sur de très grandes longueurs la ligne séparative de nos assises. Le fait matériel de leur recouvrement successif a donc été constaté par nous de la manière la plus positive. En nous conformant à cette méthode rigoureuse, nous sommes arrivé à des résultats identiques avec ceux que M. Élie de Beaumont avait obtenus à une époque bien antérieure. Dès l'année 1828, ce géologue, étant parti du col de la Petite-Olle et s'étant dirigé de là vers le Chardonnet, avait étudié avec le plus grand soin la série des couches comprises entre ces deux points, série qui est exactement la même que celle que nous avons observée. Les résultats de cette étude sont exposés dans un Mémoire ayant pour titre : *Sur un gisement de végétaux fossiles et de graphite situé au col du Chardonnet* (*Hautes-Alpes*) (1). On y trouve l'indication circonstanciée de la nature des couches traversées, de leurs fossiles, de leur ordre de succession et de leurs relations mu-

(1) *Annales des sciences naturelles*, t. XV, p. 353.

tuelles. Ces détails précis donnent une haute valeur à ce travail géologique. Il résulte de l'ensemble des observations qui y sont rapportées, que depuis les schistes argilo-calcaires du col de la Petite-Olle, prolongement rigoureux de ceux des environs de la Grave, jusqu'aux grès du Chardonnet inclusivement, il y a une série de huit groupes de couches alternativement calcaires et arénacées, qui *tous s'enfoncent successivement les uns sous les autres.* M. Élie de Beaumont dit formellement que cette disposition est *très claire* (1), *et il insiste* encore sur le même fait en ajoutant que *toutes les superpositions* qu'il a indiquées *sont* de nature à être *positivement constatées* (2).

M. Lory a examiné à son tour la succession des couches dont il vient d'être question, et il est parvenu à un résultat vraiment *singulier. Il* a trouvé qu'en prenant pour point de départ le premier groupe de grès que l'on rencontre en venant de la Grave, la *moitié* des superpositions indiquées par M. Élie de Beaumont et par nous, savoir, celles des calcaires compactes sur les grès, étaient bien réelles. Quant aux autres composant la seconde moitié, celles *des grès sur les* calcaires, il croit qu'il n'y en a pas une seule *d'exacte*, parce que nulle part elles ne lui ont paru *évidentes.* Il a conclu de là que les alternances signalées n'existaient pas. S'il en était ainsi, il faudrait admettre que toutes les fois que M. Élie de Beaumont et nous, avons vu clairement la superposition des calcaires sur les grès, nos yeux ne nous ont pas trompés; mais que, lorsque nous avons vu, ni moins nettement, ni moins positivement, les grès reposer sur les calcaires, nous avons été le jouet de nos sens. Cela est peu croyable. Nous proposerons une autre explication plus simple, c'est qu'il existe en effet des points où la *superposition* des grès sur les calcaires est évidente, mais que M. Lory n'a pas été assez heureux pour les rencontrer. Il est à remarquer que notre savant collègue ne s'est pas douté le moins *du monde* qu'il ait pu en être ainsi; de là sa *conviction profonde* que *les alternances* constatées par M. Élie de Beaumont et par nous *ne sont pas réelles*, et son empressement à substituer une coupe *purement imaginaire* à celle que nous avions fondée sur des *observations rigoureuses* (3).

---

(1) *Loc. cit.*, p. 355.
(2) *Loc. cit.*, p. 363.
(3) M. Lory dit, dans son Mémoire déjà cité (p. 24), qu'il ne se flatte point d'avoir donné une coupe *à l'abri de toute objection;* ce qui signifie, en termes assez clairs, qu'elle n'inspire pas une grande

En décrivant la succession des couches du col de la Petite-Olle au Chardonnet, M. Élie de Beaumont avait eu pour but unique de prouver que les grès de cette dernière localité sont de beaucoup supérieurs aux schistes argilo-calcaires à Bélemnites de Petit-Cœur, prolongement de ceux de la Petite-Olle. Pour atteindre ce but, il n'était nullement nécessaire de dépasser le col du Chardonnet. Aussi est-ce du sommet de ce col que M. Élie de Beaumont a examiné l'assise calcaire de Querellin, située à plusieurs kilomètres plus à l'est. Cette assise, *vue de loin* (1), lui a paru supérieure aux grès du col, et il a exprimé cette opinion dans son Mémoire. Nous qui voulions étudier le terrain à anthracite dans son ensemble, nous sommes allé à plusieurs reprises observer le calcaire de Querellin *sur les lieux mêmes*, et au lieu de le trouver supérieur aux grès du Chardonnet, comme on pouvait le supposer de loin, nous avons acquis la preuve qu'il lui était inférieur. De là une dissidence sur laquelle M. Lory a insisté, en passant complétement sous silence l'explication que nous venons de donner.

Il nous reste à parler de la succession des assises comprises entre le Chardonnet et les environs d'Oulx. Pour établir leurs relations géologiques, nous avons procédé avec le même soin et en suivant la même méthode rigoureuse que pour la première partie de notre coupe. La série des dislocations que M. Lory a substituée à cet ensemble de faits positifs, n'est pas moins arbitraire que celle qu'il a imaginée entre la Grave et le Chardonnet. Nous pouvons affirmer qu'il n'y a pas le moindre rapport entre le tracé du savant professeur et ce que l'on observe sur les lieux.

M. Lory ne nous paraît pas avoir été plus heureux en ce qui concerne les grès à anthracite de l'Argentière. Suivant lui, les bancs de quartzite et de poudingue de cette localité, où l'on exploite des filons de galène argentifère, seraient recouverts, à n'en pas douter, par une assise de calcaire compacte qui couronne une montagne située au nord des mines. Cette assertion, quoique présentée avec beaucoup d'assurance, est en contradiction formelle avec l'observation. En effet, si l'on veut se donner la peine de gravir la montagne dont nous venons de parler, on voit très net-

---

confiance à M. Lory lui-même. Il ajoute que ce n'est qu'une *manière* de se rendre compte de la structure de ces montagnes sans admettre un grand nombre d'étages. Mais pourquoi ne pas admettre ces étages, puisqu'ils sont le résultat d'observations positives?

(1) Cela résulte évidemment des expressions dont s'est servi M. Élie de Beaumont. (Voyez *Annales des sciences naturelles*, tome XV, p. 373.)

tement, sur plusieurs centaines de mètres de longueur, le calcaire compacte s'enfoncer sous les roches quartzeuses et arénacées. Les grès de l'Argentière, situés sur la rive gauche du torrent nommé le *Fournel*, reposent en réalité, d'une part sur une assise de calcaire compacte formant la partie la plus élevée du troisième étage anthracifère, et, d'autre part, au bord de la Durance, sur des calcaires schisteux correspondant à la base du même étage. Il y a par conséquent ici une stratification discordante que nous avons signalée depuis longtemps et sur laquelle nous avons même insisté. Plus au sud, non loin du village de Champcella, on observe au-dessous du calcaire compacte des roches arénacées, mais elles n'ont aucun rapport avec les grès de l'Argentière dont elles diffèrent par leur gisement et leurs caractères minéralogiques; elles appartiennent à un autre étage.

Ainsi que nous l'avons dit, M. Lory a substitué des dislocations purement hypothétiques à des superposions positives que M. Élie de Beaumont a déclaré être très claires et qui le sont en effet. Mais en procédant ainsi, notre savant collègue a-t-il au moins résolu la difficulté de l'association des plantes houillères aux Bélemnites? Point du tout. Il lui aurait été facile, en imaginant seulement une faille de plus et en la traçant sur le papier, de faire disparaître complétement l'alternance des calcaires à Bélemnites avec les grès à empreintes végétales (1). Quelques paléontologistes qui croient, bien à tort, suivant nous, que leur science perdrait de son intérêt si une pareille alternance était constatée, auraient accueilli ce résultat avec plaisir. M. Lory n'a pas voulu leur donner cette satisfaction. En effet, il admet la série suivante, en allant de bas en haut : 1° les schistes argilo-calcaires à Bélemnites de la Grave; 2° un groupe de grès à anthracite avec végétaux houillers, lequel est associé, dans sa partie supérieure, à des poudingues et à des quartzites; 3° une assise de calcaire compacte distincte des schistes argilo-calcaires de la Grave et renfermant comme eux des Bélemnites. Il résulte évidemment de là que dans le Briançonnais, il y a tout un système de couches à empreintes

(1) M. Lory s'était d'abord arrêté à ce dernier parti. En effet, dans une note où il a résumé à son point de vue la question des grès à anthracite (*Congrès scientifique, session de Grenoble, septembre* 1857, t. 1, p. 375), il exprime positivement l'opinion qu'à l'aide de ses grandes failles, on peut parvenir à établir que dans le Briançonnais, les grès à empreintes végétales ne sont *nulle part* intercalés entre des calcaires à fossiles du lias. Très peu de temps après (en novembre 1857) l'auteur s'est ravisé, nous ne savons trop pourquoi.

houillères positivement intercalé entre deux autres, où l'on trouve des coquilles du lias, sans que l'on voie ni failles, ni plissements qui puissent expliquer une pareille intercalation. En vérité, ce n'était pas la peine de se mettre en opposition avec tous les géologues qui ont fait une étude spéciale du terrain à anthracite, pour arriver en définitive à confirmer leurs conclusions, et c'est, à notre avis, pousser un peu loin l'amour des failles, que de les introduire sans preuves, et, de plus, sans nécessité dans la coupe d'une contrée, uniquement pour en compliquer la structure géologique.

Nous dirons en terminant que les difficultés de l'étude stratigraphique du Briançonnais que M. Lory a exagérées, peut-être pour se faire pardonner l'étrangeté de sa coupe, sont moindres qu'on ne le croit généralement. Il est vrai que le niveau relatif des couches de ce pays a bien changé depuis leur dépôt, qu'elles ont été brisées et inclinées de diverses manières, que des soulèvements accompagnés de fractures les ont portées à des hauteurs très inégales, en interrompant leur continuité par des cols, des vallées ou des gorges profondes. Mais tout ce désordre, commun au reste à la plupart des chaînes de montagnes, est resté compris entre certaines limites. Si, au lieu de se borner à considérer les couches isolément et en détail, comme on le fait trop souvent, on porte son attention sur les grandes assises qui constituent la contrée, on reconnaît bientôt qu'elles sont soumises, dans leur direction et le sens de leur inclinaison, à des règles générales auxquelles il n'y a que des exceptions accidentelles; que, malgré toutes les dislocations dont elles ont été l'objet, on peut les suivre sûrement sur d'immenses longueurs; enfin, qu'à l'aide des escarpements entièrement dénudés et des ravins profonds dont le pays est couvert, il n'est pas difficile de découvrir leurs relations mutuelles. Quant aux failles de plusieurs centaines de mètres de hauteur, aux plissements gigantesques et aux renversements complets qui, au dire de quelques savants, auraient interverti l'ordre de superposition de ces assises, ce sont de pures hypothèses qui ne résistent pas à un examen stratigraphique sérieux. Elles appartiennent à une géologie peu positive, qui, jointe à des préjugés paléontologiques, est la principale cause de l'incertitude où l'on est encore sur la vraie constitution de cette partie des Alpes.

M. Lory fait la communication suivante :

*Réponse aux observations de M. Sc. Gras touchant les grès à anthracite du Briançonnais*, par M. Ch. Lory.

Je regrette de ne pouvoir mettre aujourd'hui même sous les yeux de la Société géologique ma carte géologique du Dauphiné, que j'ai eu l'honneur de lui présenter il y a un an et dont le tirage ne pourra avoir lieu que dans quelques jours. Elle m'eût été utile pour préciser et mettre en évidence la classification que j'ai cru devoir adopter pour les terrains du Briançonnais. Dans le Mémoire que j'ai communiqué en même temps que cette carte (*Bull.*, 2e *sér.*, *t.* XV, p. 10), j'ai dit que la série des terrains de cette partie des Alpes me paraissait pouvoir être réduite à trois termes : 1° les *schistes argilo-calcaires* à Bélemnites, dont on traverse toute l'épaisseur en allant de la Grave au col du Lautaret; 2° les *grès à anthracite*, qui paraissent régulièrement superposés à ces schistes à Bélemnites et liés intimement avec eux ; 3° les *calcaires compactes*, tels que ceux sur lesquels est bâti Briançon, bien différents des schistes argilo-calcaires inférieurs, et constamment superposés aux grès. J'ai dit que je ne reconnaissais dans le Briançonnais qu'un seul étage de grès recouvert par un seul étage de calcaires compactes ; et que les quatre étages de grès distingués par M. Gras, les trois étages de calcaires qu'il place en alternance avec eux, m'avaient paru n'être que des répétitions de ces deux groupes de couches, résultant de failles, de plissements et de renversements.

Notre honorable confrère dit que j'ai posé ces conclusions sans donner de preuves à l'appui de mon opinion. Dans ces questions de superposition, toutes les preuves se réduisent, en définitive, à dire comment on a vu les faits. Or, j'ai dit que partout, dans le Briançonnais, j'avais vu les calcaires compactes superposés régulièrement et en concordance aux grès à anthracite, jamais, au contraire, les grès superposés régulièrement aux calcaires ; j'ai dit que, sur les points où M. Gras indique ou figure cette superposition des grès aux calcaires compactes, j'avais trouvé précisément le contraire, ou bien j'avais vu les grès et les calcaires les uns *à côté* des autres, mais jamais ceux-ci s'enfoncer positivement sous les grès. Faisant dans ce Mémoire une revue nécessairement sommaire de tous les terrains du Dauphiné, je ne pouvais pas décrire en détail toutes les localités du Briançonnais où l'on peut s'en convaincre. Je me suis borné à reprendre la coupe fondamentale

du travail de M. Gras (1), et à figurer la disposition des couches telle que je l'ai vue et relevée avec soin sur les lieux (2).

M. Gras prétend que mes coupes des terrains du Briançonnais sont purement *imaginaires;* j'éviterai d'appliquer cette qualification à celles qu'il a données lui-même ; cependant je suis obligé de dire que les coupes de M. Gras ne représentent pas exactement la disposition des couches telle qu'on le voit très nettement sur les lieux ; et même que certaines d'entre elles, particulièrement les coupes 3 et 4 (*Bull.*, t. XII, pl. IX), sont difficilement admissibles, *à priori*, pour quiconque est un peu familier avec les lois de la stratigraphie des montagnes. J'affirme, au contraire, que mes coupes (*Bull.*, t. XV, pl. I, *fig.* 1 et 2) sont très sérieuses, très réelles, qu'elles représentent exactement tout ce que l'on voit de la disposition des couches; et que même les plissements supposés dans la profondeur résultent manifestement de la disposition des couches dans les parties visibles.

Tout géologue qui fera, par exemple, la course du Lauzet à Névache, par le col du Chardonnet, pourra comparer et discuter les deux manières très différentes dont M. Gras et moi nous avons figuré la disposition stratigraphique entre ces deux points. Ma coupe a été dessinée sur les lieux, *de visu*, dans tous les détails, et elle ne renferme d'hypothétique que le plissement supposé entre les granges de l'Alpe et le vallon de la Ponsonnière, à la base ouest du Chardonnet. Mais l'existence même de ce plissement sera évidente pour quiconque étudiera attentivement les lieux : on verra, comme nous le figurons, à l'ouest des granges de l'Alpe, le calcaire sur lequel on s'est élevé depuis le Lauzet se terminer par une coupure abrupte ; à côté de ce calcaire, mais non superposés à lui, des grès à anthracite d'une allure toute différente, évidemment en faille par rapport au calcaire. En avançant vers l'est, on verra ces grès s'enfoncer sous une assise de quartzites blancs, et ceux-ci sous des calcaires compactes, nettement stratifiés, concordants avec eux. Puis en montant vers le vallon de la Ponsonnière, on rencontrera des calcaires tout semblables, mais bouleversés, disloqués en grandes aiguilles, évidemment rejetés par-dessus les calcaires précédents; derrière ces masses de calcaires, des quartzites disloqués et rejetés de même; enfin les grès à anthracite de la Ponsonnière et de la base du Chardonnet. La disposition de ce

(1) *Ann. des mines*, t. V, 1854. — *Bull.*, 2e sér., t. XII, pl. IX, fig. 1.

(2) *Bull.*, 2e sér., t. XV, pl. I, fig. 1.

retour du calcaire, du quartzite et du grès, en couches très inclinées et bouleversées, par-dessus la série inverse, grès, quartzite et calcaire, en couches moins inclinées et non disloquées, est évidemment, pour celui qui voit les lieux, le résultat d'un renversement tel que je l'ai figuré.

De l'autre côté du Chardonnet, le calcaire compacte qui forme la roche de Queyrelin est bien positivement supérieur aux grès du Chardonnet, comme l'avait vu M. Élie de Beaumont (1). Sur la gauche *du trajet* du col à Névache, on voit parfaitement que ce *calcaire* présente la disposition de couches figurée dans notre coupe ; on voit qu'il est exhaussé dans son entier sur une base de quartzite, formant l'assise supérieure des grès à anthracite de Névache ; que, loin de plonger sous la masse des grès du Chardonnet, ses couches se relèvent presque verticalement du côté de cette montagne, avec le quartzite qui les supporte, et sont séparées des grès du Chardonnet, inclinés en sens inverse, par une grande cassure. En un mot, ce calcaire est superposé régulièrement aux quartzites et grès de Névache, mais il est *en faille* par rapport aux *grès du* Chardonnet. Il est si vrai que les grès du Chardonnet et ceux de Névache ne sont pas, comme le suppose M. Gras, deux étages différents, séparés par cet étage calcaire, que, dans la descente du col à Névache, on marche constamment sur les grès en place, sans rencontrer sous ses pas cet étage calcaire, épais de plusieurs centaines de mètres, que M. Gras suppose exister entre deux. A peine voit-on (sur la ligne de faille, comme cela doit être) quelques lambeaux insignifiants de calcaire brisés et bouleversés. En supposant la coupe telle que la donne M. Gras, cette suppression locale du calcaire, sur la largeur de la gorge par laquelle on descend du Chardonnet, serait tout à fait incompréhensible. Mais, je le répète, quiconque ira sur les lieux, verra le calcaire de Queyrelin soutenu tout entier bien au-dessus du niveau du chemin que l'on *suit* en face, sur une base complète de quartzite ; et on comprendra dès lors combien est peu réel le plongement, admis par M. Gras, de ce calcaire sous la montagne du Chardonnet.

Il serait facile de démontrer par des détails analogues l'inexactitude des coupes de M. Gras sur les autres points où il indique la superposition des grès à anthracite aux calcaires compactes du Briançonnais. Sur le prolongement de cette même coupe, à Névache, les grès ne reposent nullement sur les calcaires, et la disposition relative de ces deux groupes de couches se voit à nu, très

(1) *Ann. des sc. nat.*, 1re sér., t. XV, p. 373.

nettement, telle que je l'ai figurée. En suivant le prolongement de la même ligne de contact des grès et des calcaires, de Névache à Briançon, puis en remontant le vallon des Ayes, on voit le calcaire de Briançon accolé au quartzite, assise supérieure des grès, le recouvrant ou en faille par rapport à lui, mais jamais ne s'enfonçant dessous.

De Briançon à Queyrières, d'un côté ou de l'autre de la vallée de la Durance, on marche sans interruption sur les grès à anthracite ou les quartzites, qui, dans tout ce trajet, ne forment évidemment qu'un seul et même ensemble, et on ne rencontre aucune trace de l'étage calcaire qui devrait être, d'après M. Gras, intercalé dans ces grès et les séparer en deux étages distincts. Les calcaires sont uniquement dans les hauteurs, formant des masses disjointes, isolées (Notre-Dame-des-Neiges, montagne des Tenailles, Roche-Monte, etc.) et reposant toujours sur les grès de la même manière que la roche de Queyrelin, citée plus haut.

A Queyrières les grès sont superposés aux schistes argilo-calcaires des gorges de la Durance, mais ils sont évidemment recouverts par une assise de quartzite et par les calcaires compactes des escarpements à l'est du village. Cette partie de la coupe (*fig.* 3) de M. Gras me semble peu compréhensible; en effet, le calcaire schisteux, inférieur aux grès, sur lequel se trouvent les Vigneaux et Queyrières, forme tout l'encaissement de la Durance sur la direction qui joint ces deux points, tandis que sur la coupe de M. Gras cet encaissement serait formé de grès. De part et d'autre de la Durance, soit aux Vigneaux ou au Bouchier, soit à Queyrières, on voit ces calcaires schisteux recouverts par les grès à anthracite; mais on voit tout aussi nettement, à un niveau plus élevé, les grès à anthracite s'enfoncer sous les calcaires compactes des escarpements supérieurs; et à l'est de Queyrières, je n'ai vu aucune trace de la faille ou de l'emboîtement figuré par M. Gras dans cette coupe.

Plus bas, à l'Argentière, j'ai exposé dans mon Mémoire (*fig.* 2) comment devait être modifiée, suivant moi, la coupe donnée par M. Gras (*fig.* 4). Je ne puis que répéter formellement ici que les calcaires compactes des escarpements supérieurs à la mine sont entièrement différents des schistes argilo-calcaires des bords de la Durance; et que le système des grès et quartzites, reposant sur ceux-ci, est manifestement recouvert par ceux-là. Ces calcaires compactes de l'Argentière, recouvrant les quartzites et les grès à anthracite, sont toujours le seul et même étage des calcaires de Briançon. Un peu plus loin, à Chantelouve, le prolongement de

ces mêmes calcaires recouvre encore, de la même manière, un dernier affleurement de quartzites et de grès charbonneux, reposant encore sur des schistes argilo-calcaires, que l'on voit affleurer en dessous, du côté de Champcella. Ainsi partout, depuis le Lauzet jusqu'à Chantelouve, nous voyons la confirmation de notre série stratigraphique constante et unique, savoir : de bas en haut, les schistes argilo-calcaires, les grès à anthracite passant aux quartzites blancs, enfin les calcaires compactes, toujours superposés réellement à ces grès.

Je ne suis pas, du reste, le seul géologue dont les observations soient en opposition avec celles de M. Gras. J'ai rappelé que M. Élie de Beaumont avait vu les calcaires de Queyrelin superposés aux grès du Chardonnet ; de même, ceux des escarpements de l'Argentière se continuent sans interruption avec ceux de Chantelouve, et ces derniers, comme leurs correspondants de Guillestre, sont regardés, par cet éminent géologue, comme la partie la plus élevée de la série jurassique de ces pays. M. Élie de Beaumont les a même assimilés au calcaire de la Porte-de-France de Grenoble (oxfordien) (1) ; pour moi, jusqu'à plus ample informé, je pense qu'ils appartiennent encore au lias supérieur. Je pourrais m'appuyer encore sur les observations de M. Gueymard, et emprunter à son Mémoire sur la géologie des Hautes-Alpes, publié en 1830, divers faits de superposition des calcaires aux grès en opposition avec les opinions de M. Gras. Mais je m'arrête, et j'exprime seulement le vœu que ces localités soient visitées prochainement par quelques-uns de nos savants confrères, dont les observations dissiperont les doutes que cette discussion peut laisser encore. En réduisant les grès à anthracite du Briançonnais à un seul étage, recouvert par un étage unique de calcaires compactes, je crois avoir simplifié l'étude géologique de cette partie des Alpes; mais je ne prétends point résoudre la grande difficulté paléontologique qui, depuis trente ans, a suscité tant de discussions; car les grès à anthracite du Briançonnais me paraissent toujours régulièrement superposés aux schistes argilo-calcaires du Lautaret, remplis de Belemnites.

En contestant l'exactitude de mes coupes des terrains du Briançonnais, M. Gras vient d'ajouter que ces coupes sont faites dans le même esprit et d'après les mêmes idées théoriques que les coupes des montagnes de la Chartreuse, publiées par moi, il y a quelques

(1) *Ann. des sc. nat.*, t. XV, 1828. — *Bull.*, 2e sér., t. XII, p. 576.

années (*Bull.*, 2e sér., t. IX). Notre honorable confrère déclare qu'il a exploré cette année le massif de la Chartreuse et qu'il n'y a reconnu ni les failles, ni les plissements et renversements figurés dans mes coupes; il se refuse donc à admettre ces accidents, aussi bien dans la Chartreuse que dans le Briançonnais. Je suis heureux de pouvoir prendre acte de cette déclaration; elle rend superflue toute discussion ultérieure sur les terrains du Briançonnais, où certainement les failles et les plissements sont moins faciles à reconnaître et à démontrer que dans les montagnes de la Chartreuse. Je me bornerai donc à réclamer pour mes coupes du Briançonnais et mes conclusions à l'égard de ce pays, aussi bien que pour les autres points de la classification des terrains adoptée dans ma carte géologique, le même degré de confiance qu'auront obtenu mes coupes de la Chartreuse auprès de ceux de nos confrères qui auront été à même d'en contrôler l'exactitude.

M. Scipion Gras répond que les faits exposés verbalement par M. Lory, ne s'accordent nullement avec ce qu'il a observé lui-même sur les lieux. « Il y a sous ce rapport, ajoute-t-il, » une opposition complète entre nous. Là où notre collègue » signale des failles, j'ai vu très nettement des superpositions » de couches. Cette manière de voir ne m'est point particulière, » puisque l'alternance des calcaires compactes avec les grès à » anthracite des Alpes a paru positive à MM. Brochant, Élie » de Beaumont, Sismonda, et à d'autres habiles observateurs. » Cette alternance est à mes yeux un des faits les mieux con- » statés qu'il y ait en géologie. »

M. Triger dit qu'il a vérifié lui-même un grand nombre de failles indiquées par M. Lory. Il ne peut qu'admirer l'exactitude des travaux faits par cet habile observateur.

M. le vicomte d'Archiac présente les Mémoires suivants de M. Marcel de Serres.

*Des dunes et de leurs effets*, par M. Marcel de Serres.

Parmi les phénomènes physiques de l'époque actuelle, il en est peu de plus curieux que celui connu sous le nom de *dunes*. Bien différentes des alluvions qui entraînent dans les plaines des limons, sources fécondes de fertilité, les dunes frappent au contraire de mort les contrées qu'elles envahissent. Elles ne se bor-

nent pas, comme on le suppose souvent, à élever auprès des côtes des monticules sablonneux qui au premier aperçu sembleraient devoir les protéger contre les irruptions des eaux des mers (1). Elles étendent leurs sables beaucoup plus loin, et parfois à plusieurs kilomètres dans l'intérieur des terres; elles les recouvrent de leurs masses mobiles qui y sont disséminées d'une manière à peu près uniforme, et dont l'épaisseur n'est jamais très considérable. Cette dernière circonstance contribue singulièrement à leur donner une grande étendue et à rendre ces phénomènes désastreux.

Les sables des mers marchent avec une grande rapidité par suite de leur extrême mobilité due à leur finesse et à leur homogénéité. Cette homogénéité dépend de ce qu'ils ne contiennent jamais dans leurs masses des cailloux roulés ni aucun corps étranger. Les sables marins des temps historiques diffèrent sous ce rapport de ceux des temps géologiques les plus récents. Les derniers recèlent généralement non-seulement des galets, mais de nombreux corps organisés, et même parfois des couches et des bancs de matériaux qui leur sont étrangers.

Des phénomènes dont les effets sont aussi différents ne peuvent tenir aux mêmes causes; on ne saurait donc les assimiler. Étudions la manière dont se forment les dunes, et voyons si ce phénomène est aussi simple qu'on l'admet ordinairement.

Lorsque le vent du S. souffle avec violence, il entraîne à des distances plus ou moins grandes des masses sablonneuses. Celles-ci recouvrent les sables antérieurement déposés et en diminuent les inégalités. Lorsque ces effets ont eu lieu, il arrive parfois que les vents du N. et du N.-E. succèdent à ceux du S., et produisent des résultats opposés (2). Ainsi, au lieu de niveler les surfaces sablonneuses, ils y opèrent au contraire les plus grandes irrégularités; ils élèvent de nombreux monticules au pied desquels se trouvent des sillons ou de petites vallées d'autant plus profondes que les hauteurs de ces monts mobiles sont plus considérables.

Ces circonstances se représentent rarement et n'ont guère lieu

---

(1) La plus grande hauteur à laquelle ces monticules parviennent ne dépasse guère 5 ou 6 mètres; même cette élévation est purement accidentelle.

(2) Si nous ne parlons pas des vents de l'est et de l'ouest, c'est qu'ils sont beaucoup moins fréquents et que leurs effets sont moins sensibles.

que dans quelques cas exceptionnels. Lorsque le phénomène rentre dans son état normal, les choses ne se passent pas ainsi.

Les premiers sables, en général assez fins, que les mers rejettent sur le rivage lorsque les vents du S. ou du N. ne soufflent pas avec violence, offrent peu de galets ou de coquilles (2). On voit bientôt après succéder à ces sables mobiles d'autres masses sablonneuses très chargées de cailloux roulés, de masses fragmentaires, et d'une grande quantité de coquilles parmi lesquelles domine tel ou tel genre suivant les saisons. Ainsi tantôt les *Cardium*, les *Pectunculus*, les *Cytherea*, les *Venus* et les *Mactra* abondent parmi les mollusques lamellibranches; tantôt les *Turritella*, les *Cerithium*, les *Natica*, les *Murex* et les *Buccinum* parmi les gastéropodes.

Ces bancs sablonneux constituent une zone particulière et distincte qui s'éloigne peu du rivage et dont les caractères sont extrêmement tranchés. Cette zone, différente de la première et de celle qui la suit, s'arrête à un point déterminé qui, bien que variable, pénètre généralement peu dans les terres. A ces bancs formés par des coquilles à peu près entières, quoique séparées lorsqu'elles ont plusieurs valves, succèdent des lits de sable chargés de débris de coquilles extrêmement brisées; aussi est-il à peu près impossible de reconnaître les genres de ces débris. Leur détermination présente d'autant plus de difficultés que les fragments sont réduits à de très petites dimensions. Ils composent presque à eux seuls la masse de ces sables généralement abondants et très distincts de la zone qui les précède comme de celle qui les suit.

Après ces premières bandes sablonneuses paraissent des amas de sables fins qui n'offrent plus de traces de coquilles ni de corps étrangers. Ceux-ci sont poussés très en avant dans l'intérieur des terres, lorsqu'aucun obstacle ne s'oppose à leur marche. Ils s'étendent pour lors jusqu'à 2 ou 3 kilomètres de la Méditerranée. Il n'en est pas ainsi lorsque des étangs ou des amas d'eau salée leur barrent le passage, genre d'obstacles qu'ils ne franchissent presque jamais. Ces sables, essentiellement mobiles, constituent proprement le phénomène des dunes si redoutable pour les terrains cultivés. En effet, ils les recouvrent d'une couche d'une épaisseur de 1 à 2 mètres dans les points où ils s'accumulent en plus grande

(1) Il ne faut pas perdre de vue que lorsque nous disons les mers, nous n'entendons signaler que la Méditerranée, la seule à laquelle se rapportent nos observations.

quantité; mais, en terme moyen, ils n'ont guère plus de 1 mètre. Une pareille couche suffit pour détruire toutes les cultures, même celle de la vigne qui résiste le mieux à ce fléau destructeur. On ne peut guère l'arrêter qu'en plantant des haies de tamaris, et en enlevant de temps à autre les sables qui sans cette précaution s'y accumuleraient en grande quantité et mettraient obstacle à toute espèce de récolte.

Les sables fins qui s'écartent le plus des côtes sont mêlés dans de certaines proportions avec la terre végétale; les terrains qu'ils ont envahis donnent d'excellents produits, en même temps qu'ils fournissent des vins de bonne qualité. On les voit composés ordinairement de couches presque uniformes et peu accidentées; ils offrent rarement les inégalités nommées monticules que plusieurs naturalistes ont considérés, mais à tort, comme constituant à eux seuls le phénomène des dunes dont ils ne sont qu'une faible portion.

Le fait important de ce phénomène est dans la zone la plus éloignée de la Méditerranée, c'est-à-dire les sables d'une extrême mobilité qui la composent. Cette zone forme une bande sablonneuse de plusieurs kilomètres de largeur qui borde les terrains des côtes de la Méditerranée.

Les dunes ne sont pas constamment aussi compliquées; elles ne présentent souvent que deux bandes: l'une coquillière, la plus rapprochée des mers; une autre uniquement composée de sable qui produit les effets les plus désastreux, par suite de leur marche constante vers l'intérieur des terres. Les vagues et les vents du S. qui règnent souvent auprès des côtes de la Méditerranée sont les causes les plus manifestes de leur marche en avant.

Quoique les exemples de ces faits soient assez communs sur les bords de cette mer, nous en citerons deux qui se rapportent au moment actuel. Pour juger avec exactitude de la marche des dunes sur les côtes de la Méditerranée, nous en parcourons une partie au moins tous les trois ans. Voici les observations que nous avons eu l'occasion de faire dans les mois de juillet et d'août 1858:

Pour empêcher les sables d'envahir les vignes des bords de la route qui conduisait naguère de Cette aux salins de Villeroy, on a planté de nombreux tamaris, et de plus on a élevé une grande muraille. Ces obstacles ont été complétement inutiles: les sables ont détruit le chemin dont il ne reste plus de traces, et ont dépassé et recouvert entièrement la muraille qu'ils ont franchie. Ils ont depuis lors pénétré dans la vigne plantée aux pieds de la muraille, et ont recouvert en partie les toits des maisons voisines.

Si ces faits ont peu frappé les habitants de Cette, quoiqu'ils se passent auprès de cette ville, c'est qu'ils n'occupent pas une grande étendue. Ils n'ont guère lieu que sur un espace d'environ 400 à 500 mètres. Ce qui prouve que ces sables ont pris possession du vignoble où on les découvre, c'est qu'ils ont amené avec eux les plantes maritimes des côtes de la Méditerranée. On y voit les *Amnophylla arenaria*, les *Maleomia sinuata* et *littorea*, l'*Eryngium maritimum*, enfin plusieurs espèces non moins caractéristiques.

Le second fait non moins curieux est celui qui s'est passé en 1858 sur le versant occidental du lieu dit *la Conque*, à une lieue d'Agde. Deux petites maisons, dont l'une avait deux étages, ont été entièrement recouvertes par des masses de sable de la Méditerranée. La pointe de la cheminée de la maison la plus élevée dominait seule ces sables.

Heureusement les propriétaires n'habitaient pas leurs maisons, lorsqu'elles furent ainsi en quelque sorte ensevelies; heureusement encore un vent du N. des plus violents succéda à celui du S., et dispersa les sables qui couvraient leurs habitations. Ils eurent donc peu d'efforts à faire pour les découvrir; mais il n'en fut pas ainsi lorsqu'ils voulurent y pénétrer et se débarrasser des sables: ce ne fut qu'après un long travail qu'ils parvinrent à s'en délivrer.

La chaussée que le cardinal de Richelieu avait fait construire, du moins en partie, pour arriver au fort de Brescou, qui est entourée d'eau de tous côtés, avait, jusqu'au commencement de 1858, préservé ces deux maisons; mais elle fut à cette époque tout à fait impuissante, et n'empêcha pas ces maisons d'être en quelque sorte submergées. Il est fort à craindre que de pareils événements se renouvellent; on le suppose du moins, lorsqu'on voit les sables qui ont envahi la chaussée basaltique, et ont été porter au delà des énormes blocs de laves, s'y maintenir depuis lors, et cela en grandes masses. Il ne faut pas croire pourtant que les propriétaires s'en épouvantent et qu'ils aient la moindre pensée du danger qui les menace. La vie des pêcheurs est peut-être plus aventureuse que toute autre; aussi, pleins de confiance dans l'avenir, ils en redoutent peu les funestes présages.

## *Des falaises des côtes de la Méditerranée*, par M. Marcel de Serres.

Les falaises des bords de la Méditerranée comprises entre Cette et Agde (Hérault) appartiennent à deux ordres de terrains de na-

ture et d'âges très différents : les unes dépendent des terrains secondaires, et les autres des formations volcaniques d'une date bien plus récente. Nous décrirons les premières, parce que les terrains qui les composent sont les plus anciens.

Les falaises de la partie orientale des environs de Cette sont formées par des poudingues calcaires immédiatement superposés à des dolomies jurassiques; elles sont situées à une petite lieue à l'ouest de Cette et en avant des dunes qui, ainsi que nous l'avons fait observer dans notre mémoire sur ce genre de phénomène, marchent vers l'intérieur des terres avec une assez grande rapidité.

Les éboulements de la côte escarpée de Cette sont si fréquents que bientôt on ne verra plus de traces des roches cimentées qui la composent. Un pont ou arceau naturel, formé par la désagrégation de ces roches, en est en quelque sorte la preuve. Évidemment cet arceau, maintenant assez avancé dans la mer, a été détaché de la falaise dont il faisait naguère partie. L'étendue de l'intervalle qui le sépare de la côte nous dit assez avec quelle promptitude il a dû se former; car il n'existait pas il y a deux ou trois ans.

Les éboulements, dus à l'action des eaux des mers sur la base de la côte coupée à pic, ont démoli une partie des poudingues qui couronnaient cet escarpement, et ont mis à nu les roches dolomitiques qui les supportaient. Comme cette action se continue, elle ne peut que marcher avec rapidité, puisque leur base est depuis longtemps minée par les vagues. Lorsque les gompholites auront totalement disparu, les éboulements ne s'opéreront pas aussi promptement, en raison de la dureté des dolomies. Cependant la côte des environs de Cette prouve que, plongées dans l'eau de la mer, ces roches elles-mêmes sont attaquées, ravinées et fissurées dans tous les sens, malgré leur solidité. On les voit parfois complétement séparées des masses dont elles faisaient naguère partie (1).

Les falaises du système occidental se rapportent toutes aux formations volcaniques; elles composent une partie de la côte entre la plage des Onglons et d'Agde. Leur escarpement est tout aussi abrupte que le système des falaises orientales. Quant à leur éléva-

(1) Nous avons déjà fait observer, à propos des rochers dolomitiques si remarquables de Monrèze près de Clermont-l'Hérault, que ces roches sont fortement attaquées et minées par les agents extérieurs.

tion, elle est généralement plus grande. Celles-ci sont les plus connues, non parce qu'elles sont en plus grand nombre, mais en raison de l'aspect imposant de l'une d'entre elle, qui est remarquable par sa forme demi-sphérique, ou plutôt par sa disposition en ovale allongé.

Ces falaises sont connues sous le nom de *conques*, probablement parce qu'elles forment dans leur ensemble comme de vastes cirques; on en compte jusqu'à quatre réunies en quelque sorte auprès du fort de Brescou.

La première de ces conques, nommée la *Rouquille*, est uniquement formée de laves compactes, noirâtres, qui s'élèvent à peine de quelques mètres au-dessus de la Méditerranée. Les tufs volcaniques qui les surmontaient ont été emportés par les flots; aussi n'en voit-on presque plus de vestiges. La forme demi-sphérique ou ovalaire de cette conque est peu régulière, les roches basaltiques qui la composent étant entassées de la manière la plus confuse et dans le plus grand désordre.

Entre la Rouquille et la seconde conque, située auprès du cap de Brescou, existent plusieurs maisons de pêcheurs qui sont à 2 kilomètres environ du dernier de ces cirques. Celui-ci est composé à sa base par des laves compactes ou blocs séparés et distincts. Ces laves sont surmontées par des couches nombreuses de tufs volcaniques d'une nuance brunâtre. Ces tufs sont composés par un ciment qui enveloppe dans sa masse une grande quantité de fragments laviques généralement d'une petite dimension. On y voit également quelques noyaux beaucoup plus gros de quartz laiteux.

Ces couches ont été assez tourmentées, quoique la plupart aient conservé leur parallélisme. Leur puissance, plus considérable que celle des laves compactes, n'a pas moins de 7 à 8 mètres sur 9 ou 10 de hauteur totale. Comme ces tufs n'ont qu'une faible solidité, les vagues les attaquent facilement, et à tel point qu'elles les ont divisés en plusieurs portions. Il s'est formé ainsi divers étranglements irréguliers au milieu de leurs masses. Le grand diamètre de ces portions fragmentaires est dans la direction du N.-E. au S.-O.

Cette disposition a frappé les habitants; ils ont donné le nom de *cratères* à ces étranglements composés à leurs bases par des laves compactes surmontées par des tufs. Ce nom ne peut du reste leur convenir. En effet, leur sommet ne rappelle nullement par sa configuration la figure cratériforme propre aux bouches ignivomes. Il n'est nullement environné de laves scoriacées, et les

couches disloquées qui le composent surplombent sur les inférieures. Cette circonstance n'aurait certainement pas eu lieu, si ces rétrécissements, d'une forme allongée, étaient de véritables cratères. Ils ne seraient pas enfin couronnés à leurs sommets par des couches nombreuses de tufs volcaniques qui annoncent des dépôts lents et faits avec un certain ordre.

La troisième conque, peu étendue, est également assez étroite, comme toutes les autres; elle est composée en bas par des laves compactes, et dans sa partie supérieure par des tufs de couleurs assez uniformes.

Entre la deuxième et la troisième conque, on observe des laves compactes dont la surface extérieure présente des croûtes peu épaisses de carbonate de chaux d'un blanc assez pur. Ces roches doivent à cette circonstance un aspect varié tout particulier. On se demande si ce carbonate est dû à la décomposition de la roche basaltique ou à des dépôts qui se seraient produits après leur formation?

La première de ces suppositions est peu admissible, à cause de la nature différente des deux roches; la seconde paraît mieux répondre aux circonstances de ces dépôts calcaires peu abondants et bornés à la surface des basaltes.

La quatrième conque, la plus grande et la plus élevée, présente dans son ensemble la forme d'un ovale allongé, dont le grand diamètre a environ 400 mètres et le petit de 100 à 125 mètres. La hauteur moyenne des tufs qui couronnent ce cirque est de 20 à 25 mètres; leur plus grande élévation ne dépasse guère 35 mètres. La partie qui regarde la mer a été principalement attaquée par les vagues; elles en ont démoli et emporté de vastes portions; aussi l'ovale de la conque n'est-il pas fermé du côté du S.

Quant à la nature et à la position des couches qui composent ce vaste cirque, elle est la même que celle des précédentes; seulement leur inclinaison est généralement plus grande. Il en est ainsi bien plus des couches les plus rapprochées de l'O., que de celles qui se dirigent vers le N.-E. Cette inclinaison est de 45 degrés pour les premières, et au plus de 25 pour les secondes. Malgré la violence des dislocations que les unes et les autres ont éprouvées, elles n'en ont pas moins conservé leur parallélisme.

La partie de la conque la plus élevée qui la ferme à l'O. constitue dans sa partie supérieure une espèce de plate-forme où se trouvent une tour et un poste de douaniers; elle montre, par les nombreux éboulements qui s'y sont opérés, une tendance mani-

feste à la formation d'un nouveau cirque. Ce qui le prouve, c'est que tous les hivers de nombreux éboulements ont lieu. Il en a été particulièrement ainsi dans celui de 1857 à 1858, hiver remarquable par l'abondance des pluies.

Aussi la pointe occidentale de la conque sera probablement emportée dans peu de temps, et sa sphère en sera considérablement agrandie. Les douaniers qui habitent la plate-forme du cirque remarquent chaque année un plus grand éloignement de la côte des deux rochers basaltiques nommés les *Frères*. Nous en avons été également frappé dans la dernière excursion que nous y avons faite en août 1858, preuve nouvelle de l'agrandissement successif de la conque aux dépens de la côte.

Le moment ne paraît pas très éloigné où les rochers les plus élevés de la conque, sur lesquels est établi un mur de fortifications, se trouveront isolés du rivage. Cette supposition est assez vraisemblable, d'après quelques circonstances qui ont une certaine valeur.

Le petit axe de l'ellipse de la grande conque s'agrandit tous les jours par suite de l'éboulement des tufs, et par conséquent le rivage de la mer s'avance constamment dans l'intérieur des terres et dans la direction du S. au N. D'un autre côté, il se forme une autre conque en face de Brescou ou dans la partie du rivage qui envisage l'O., résultat des éboulements qui ont eu lieu en 1858, et qui ont entraîné de 3 à 4 mètres de tufs en largeur depuis la base jusqu'au sommet du cirque.

Quant au petit axe de la nouvelle conque qui commence à se former, il est dirigé de l'O. à l'E. Or ces deux directions représentent chacune la résultante des actions exercées par les vagues. Comme elles se coupent à angle droit avec celles suivies par les eaux des mers dans leur marche progressive vers l'intérieur des terres, elles finiront par se rencontrer. Le jour où la langue de terre d'une centaine de mètres qui sépare maintenant les deux conques sera emportée, ce jour-là même les eaux isoleront les rochers, et exerceront leur action destructive sur les laves compactes surmontées par de puissantes couches de tufs. Ces couches supérieures s'écrouleront à leur tour faute d'appui, et il ne restera plus en avant du rivage et dans le sein de la mer que des rochers basaltiques analogues à ceux des deux Frères. Ces derniers sont des espèces de sentinelles avancées, ou plutôt des témoins irrécusables des progrès qu'a faits la mer sur les couches meubles qui les surmontaient naguère. En effet, il y a au plus une dizaine

d'années que l'on pouvait sauter d'un rocher à l'autre sans mettre le pied dans l'eau. On ne le peut plus aujourd'hui, leurs bases étant plongées dans la mer.

Il existe à la face occidentale de la conque et à l'opposite de son ouverture, presque en face du fort de Brescou, un filon vertical qui s'est fait jour à travers les couches des tufs. Ce filon n'est point perpendiculaire à la direction générale des couches ; il forme au contraire avec elles un angle assez aigu, ainsi qu'avec la pente du sol. Si nous en parlons, c'est que les filons de ce genre sont extrêmement rares au milieu de ces terrains.

La côte des environs d'Agde où existent les falaises se termine à l'ouest par une coulée volcanique sortie du cratère du mont Saint-Loup, et à l'extrémité opposée de laquelle est bâti le fort de Brescou. Cette coulée est interrompue depuis la côte jusqu'aux rochers du fort. Là seulement existent des basaltes élevés au-dessus de la Méditerranée de 7 à 8 mètres, surtout ceux situés dans la direction du S. Il est probable qu'ils ont eu la même élévation dans d'autres parties de l'île, d'autant que lors de la construction du fort, on a fait jouer la mine pour en égaliser le sol. Cette île n'a guère plus de 400 à 500 mètres dans son plus grand diamètre.

La coulée volcanique se continue du reste vers le S., bien au delà du fort; toutefois les laves qui la composent ne s'élèvent pas au-dessus du niveau de la mer ; quelques points, comme le rocher nommé le *Diamant*, le plus souvent occulte, se montrent cependant hors de l'eau lorsque la mer est basse. Malgré cette interruption d'environ une demi-lieue, les faits précédents font supposer que les roches volcaniques sur lesquelles le fort est bâti étaient jadis élevées au-dessus de la Méditerranée et atteignaient les roches du rivage opposé. Leur isolement paraît dû à des actions du même genre que celles qui ont produit sur la côte les divers changements que nous avons signalés.

Ces faits prouvent non-seulement avec quelle rapidité les falaises s'écroulent et finissent par disparaître, mais ils sont également la preuve que, malgré la fréquence des éboulements, ces phénomènes sont encore peu avancés, et n'ont pas exercé une influence bien manifeste sur la forme et la disposition générale des côtes.

M. Albert Gaudry lit la note suivante :

*Note sur la découverte de la craie supérieure à silex dans le département du Jura*, par M. Bonjour (Jacques), conservateur du Musée de Lons-le-Saulnier, etc.

Nous avons fait les observations dont nous allons donner le résumé avec le concours de M. Defranoux, président de la Société d'émulation du Jura, etc., et du frère Ogérien, directeur des Écoles chrétiennes de Lons-le-Saulnier, etc.

*Étages crétacés découverts.*

1° Craie supérieure à silex, 22e étage sénonien, d'Orbigny ; santonien, M. Coquand ; signalé pour la première fois dans les Monts-Jura du Doubs, du Jura et de l'Ain.

2° Craie chloritée, 20e étage cénomanien, d'Orb. ; rothomagien M. Coquand ; inconnu dans le Jura, deux dépôts dans le département de Doubs, l'un à Saint-Point et Oye, arrondissement de Pontarlier ; l'autre à Monclair, près Besançon ;

3° Gault, 19e étage albien, d'Orbigny,
4° Néocomien, 17e étage, d'Orbigny, } nouveaux dans l'arrondissement de Lons-le-Saulnier.

En juin 1857, M. Defranoux, zélé géologue, présenta au Musée, un Oursin fossile recueilli aux environs de Saint-Julien (Jura). Nous reconnûmes que cet Oursin était le *Galerites albo-galerus*, Lamarck, de la craie supérieure. Notre opinion fut partagée par M. Defranoux et le frère Ogérien.

Comme la présence de cet étage n'a pas encore été jusqu'a ce jour signalée dans les montagnes du Jura français, M. Defranoux fut prié de rapporter de cette même localité, non-seulement des fossiles, mais aussi des roches, ce qu'il s'empressa de faire. A l'inspection des échantillons nombreux et variés, la certitude la plus complète fut acquise de la présence de la craie supérieure à silex dans le Jura.

Afin d'assurer la priorité de la découverte, l'annonce en fut insérée dans le journal *la Sentinelle du Jura* du 28 août 1857.

Le 4 septembre suivant nous allâmes avec M. Defranoux reconnaître le terrain. Par des causes qu'il est inutile de mentionner, l'étude ne put être complète ; il restait encore à étudier la corrélation des terrains crétacés avec les terrains jurassiques. Nous avons été compléter notre exploration au commencement de juin 1858. Nous donnerons ci-après le résultat de nos observations.

Peu de jours après notre retour, M. Coquand étant venu visiter notre Musée, nous avons mis sous les yeux du savant professeur de géologie, les roches et les fossiles non-seulement de la craie à silex, mais aussi de la craie chloritée découverte dans notre dernière course, ainsi que ceux du gault.

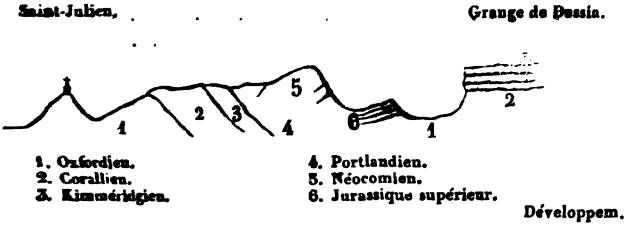
A l'inspection de ces témoins irrécusables de la présence de la craie à silex et du rothomagien, M. Coquand eut l'obligeance d'en déterminer quelques fossiles caractéristiques, et nous engagea fortement à publier sans retard. De retour à Besançon, il annonça cette importante découverte à la Société d'émulation du Doubs (séance du 12 juin 1858).

La craie en place occupe une surface d'environ un kilomètre du nord au sud, et de 500 à 600 mètres de l'est à l'ouest. Ce dépôt, en forme de calotte, couronne un monticule elliptique, entouré de toutes parts par de faibles vallées d'érosion qu'il domine d'environ 100 mètres; l'altitude du point culminant est d'environ 500 mètres. . . . . .

A en juger par les nombreux débris des silex de la craie qui recouvrent les terrains néocomiens et jurassiques, la craie a dû occuper une surface plus étendue antérieurement aux érosions anciennes. On en rencontre depuis Louvenne jusqu'à Montagna, sur une étendue de 7 à 8 kilomètres.

*Coupe des terrains.*

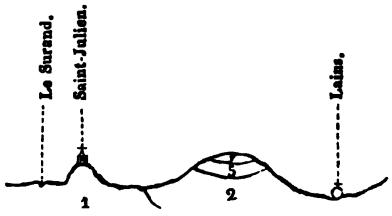
Fig. 1re. Au nord de la route de Saint-Julien à Lains.




| | Développem. m. |
|---|---|
| Combe oxfordienne au pied est du monticule de Saint-Julien. | 300,00 |
| Corallien compacte. . . . . | 300,00 |
| Kimméridgien (Ptérocères, etc.). . . . . | 200,00 |
| Portlandien, terrain en culture et en pâturages. . . . . | 300,00 |
| Néocomien moyen, rouge et sableux (*Ostrea Couloni*, *O. macroptera*, *Janira attava*, etc.). . . . . | 800,00 |
| Jurassique supérieur dénudé (portlandien, kimméridgien et corallien). . . . . | 600,00 |

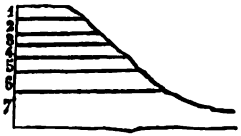
Les couches plongent à l'est de l'oxfordien au portlandien, et à l'ouest du portlandien au corallien est.

Fig. 2. En suivant la route de Saint-Julien à Lains.




Combe oxfordienne en quittant Saint Julien.

| | | Développement. m. |
|---|---|---|
| Corallien compacte avec polypiers et autres fossiles. . . . . | Recouverts de débris des silex de la craie. | |
| Néocomien moyen. . . . . | | |
| Au point culminant. Urgonien. . . . . | | 400,00 |
| Id. Petite combe terre végétale. . . . . | | 35,00 |
| Id. Sables du gault, avec ossements anciens. . . . . | | 100,00 |
| Id. Petite dépression, terre végétale. . . . . | | 120,00 |
| En redescendant à Lains. Craie blanche, silex rares. . . . . | | 20,00 |
| Id. Id., silex abondants. . . | | 100,09 |
| Id. Terre végétale et débris de silex jusqu'à Lains. | | |
| A. Le gault se montre au versant méridional de la partie nord du massif, sa puissance visible est de . . . . . | | 2,30 |
| B. Craie chloritée (rothomagien), sables crayeux à fossiles. | | 1,50 |
| C. Craie à silex (santonien) recouverte par la terre végétale. . . . . 4 à | | 5,00 |
| Sable avec abondance de silex fragmentés. . . . . | | 1,00 |




| | Puissance visible. m. |
|---|---|
| 1. Terre végétale, sable et fragments de silex. | 1,00 |
| 2. Craie à silex (santonien). . . . . 4 à | 5,00 |
| 3. Craie inférieure, à fossiles (rothomagien). . | 1,50 |
| 4. Gault { à fossiles. . . . . | 0,30 |
| 4. Gault { sables verts. . . . . | 2,00 |
| 5. Urgonien. . . . . | 2,00 |
| 6. Néocomien. . . . . | |
| 7. { Jurassique supérieur. . . . . | |
| 7. { Portlandien, kimméridgien et corallien. . . | |

La craie à silex n'est visible qu'au talus de 2 mètres de hauteur d'un nouveau chemin de grande communication de Saint-Julien à Arinthod. A l'inspection du terrain, on ne peut guère lui supposer plus de 4 à 5 mètres de puissance. La stratification confuse de cet étage ne permet pas d'observer des plans de stratifications. Les silex n'y sont point en *lits* ou *amas* comme dans beaucoup de localités connues, mais font partie de la craie blanche, comme s'il y eût eu métamorphisme de cette dernière.

Les couches du rothomagien et du gault plongent au sud sous un angle de 20°. Ces trois étages sont tellement masqués par la culture, les bois et les pâturages, que nous n'osons nous prononcer sur la direction et l'inclinaison des couches de l'ensemble.

D'après l'inclinaison reconnue des couches du massif supportant la craie, la partie ouest aurait obéi au relèvement du chaînon oolithique de Louvenne à Montagna-le-Templier.

La partie ouest, relevée en sens opposé, aurait subi le relèvement de la chaîne de Dessia.

La direction des chaînons étant la même, c'est-à-dire de N.-E. à S.-O., il est difficile de supposer qu'ils ne sont pas contemporains. Le terrain néocomien est ici, comme dans tout le Jura, en stratification concordante avec les terrains jurassiques sur lesquels il a été déposé.

Parmi les fossiles des étages crétacés des environs de Saint-Julien, nous ne citerons que les plus caractéristiques :

1° Craie à silex : sénonien, d'Orbigny ; santonien, M. Coquand.

4 *Gervilia x*, 4 *Inoceramus x*, 4 *Micraster breviporus*, Agassiz, *M. brevis*, Desor (M. Coq.), nombreux, la plupart siliceux et empâtés ; 2 *Galerites albo-galerus*, Lamk., 4 *Ananchytes* (à déterminer).

2° Craie chloritée : cénomanien, d'Orbigny ; rothomagien, M. Coquand.

2 *Nautilus Archiacianus*, d'Orb., *Ammonites rothomagensis*, Lamk., *A. Mantelli*, Sow., *A. falcatus*, Mantell, *Scaphites æqualis*, Sow., *Turrilites costatus*, Lamk., *Acteon ovum*, d'Orb., *Turbo?*, *Thetis*, *Venus*, *Arca*, *Gervilia aviculoides*, Defrance, ou *Myoconcha?*, 1 *Caprotina?*, forme de *Diceras gaultina* du gault ; 5 *Rynchonella* et plusieurs espèces de Térébratules à déterminer ; *Holaster x*, très nombreux, 2 *Catopygus carinatus*, Ag., *Caratomus x*, *Galerites subcylindricus*, d'Archiac, *Discoidea cylindrica*, Ag., *Diadema x*, *Catopygus x*, etc., etc.

3° Gault : albien, d'Orbigny.

1 *Belemnites minimus*, Lister, *Ammonites Beudanti*, Brongniart, *A. splendens*, Sow., *A. lautus*, Parkinson, *A. regularis*, Brug., *A. tarde-furcatus*, Leymerie, *A. mammillatus*, Schloth., *Hamites* (fragments), 1 *Turrilites Puzozanus*, d'Orb., *Avellana subincrassata*, d'Orb., *Natica gaultina*, d'Orb., *Trochus conoideus*, d'Orb., *Turbo Chassianus*, d'Orb., *Cerithium excavatum*, Brong., *Dentalium*, etc.; *Thetis minor*, Sow., *Crassatella* (moule), *Nucula pectinata*, Sow., *Inoceramus concentricus*, Parkinson, *I. Salomoni*, d'Orb., *Ostrea arduennensis*, d'Orb., *Holaster x*, 2 *Turbinolia conulus*, Phillips, 1 pince de crustacé, etc., etc.

Tel est le court exposé des principales indications fournissant les preuves de la présence des restes d'un dépôt de la craie supérieure dans le Jura. Des recherches ultérieures feront peut-être reconnaître des dépôts similaires en d'autres parties de nos chaînes jurassiques. Selon nous, il y a beaucoup à espérer des explorations qui seraient faites dans le département de l'Ain, sur les prolongement du chaînon de Lains qui auraient pu, comme ce dernier, être préservés de la dénudation complète.

A Lains, le santonien, ou craie à silex, repose immédiatement sur le cénomanien ou rothomagien. Il s'agira de vérifier si l'absence des dépôts de la craie entre ces extrêmes est un fait normal en cette localité seule, ou si ailleurs on ne retrouverait pas des lambeaux des étages intermédiaires selon leur ordre chronologique.

On comprend bien que la mer crétacée a pu se retirer par un exhaussement du sol après le dépôt de la craie chloritée, et par une cause contraire revenir former le dépôt de la craie supérieure; cependant ici le champ d'observation est trop restreint pour offrir la certitude désirable en la matière.

Nous ne doutons pas, qu'en beaucoup de localités, même éloignées, on ne rencontre des silex de la craie, isolés par le charriage; nous engageons les géologues à signaler les gisements de ces dépôts, car ils peuvent mettre sur la voie pour en reconnaître la provenance. Ces silex sont, du reste, faciles à distinguer de ceux du néocomien et de ceux du bajocien, si répandus dans le Jura.

Si le temps nous le permet, nous espérons beaucoup de l'étude de la partie méridionale de l'arrondissement de Lons-le-Saulnier non publiée encore. Chaque course de M. Defranoux produit des indications précieuses, et nos notes sont déjà riches d'avenir.

A propos des études à faire dans le Jura, mentionnons ici un bloc de calcaire subcrayeux compacte, renfermant entre autres fossiles une très belle Lymnée avec son test, voisine du *Lymnea longiscata*, recueillie à Saint-Germain-en-Montagne, près de Champagnol (Jura), altitude 680 mètres, parmi d'autres blocs roulés, reposant sur le bathonien (cornbrash). D'où a pu provenir ce bloc de dépôt lacustre des terrains tertiaires? Les dépôts de cette nature les plus rapprochés sont à Chaux-de-Fonds, canton de Neufchâtel (Suisse). Ce curieux échantillon nous a été apporté l'an dernier par notre regrettable confrère Frédéric Thevenin du Vandioux, quelques mois avant sa mort. Cette perte prématurée nous a privé en grande partie du résultat de ses travaux sur la géologie de nos montagnes qu'il étudiait en profond observateur.

M. Albert Gaudry donne lecture de la note suivante de M. Th. Ébray :

*Les affleurements des étages ne représentent pas les limites des anciennes mers*, par M. Th. Ébray.

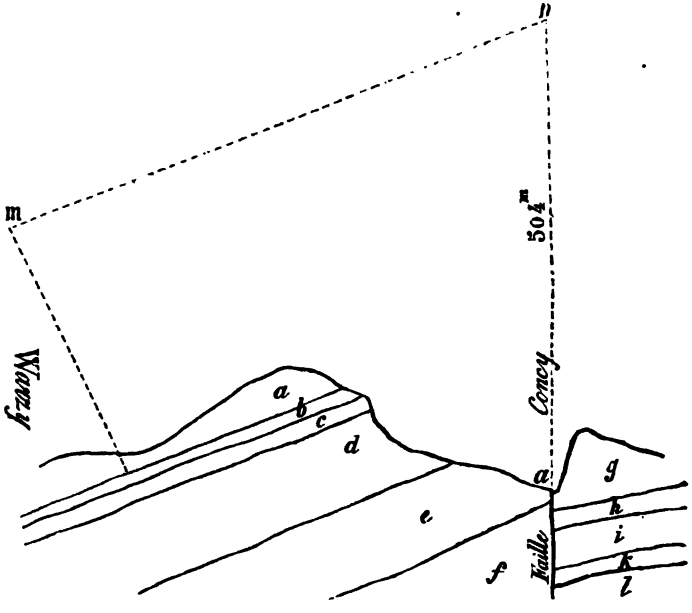
Il est possible de démontrer cette proposition de plusieurs manières, notamment par des considérations paléontologiques; je me bornerai cependant aujourd'hui à fournir des preuves géologiques et d'une compréhension des plus faciles.

Je me reporterai à un point quelconque d'une faille du département de la Nièvre ou d'un autre département, à Cuncy-les-Warzy, par exemple (département de la Nièvre, canton de Warzy).

En allant de Warzy à Cuncy-les-Warzy on rencontre d'abord le calcaire blanc jaunâtre de la terre à foulon, qui se redresse sous une forte inclinaison vers l'est en permettant à l'oolithe ferrugineuse sous-jacente d'affleurer sur les cols des hautes collines qui séparent la vallée de Warzy de la vallée de Cuncy; puis viennent le calcaire à Entroques, les marnes supraliasiques, les calcaires à *Gryphæa cymbium* et les marnes à *Ammonites fimbriatus*; ces dernières occupent la partie basse du versant ouest de la vallée de Cuncy-les-Warzy. Immédiatement après ces dépôts argileux s'aperçoivent sur le versant est de cette même vallée des escarpements, de 40 ou 50 mètres de hauteur, composés de calcaires crayeux, blanc, légérement oolithiques et contenant beaucoup de *Diceras arietina*, une grande quantité de Nérinées, des Térébratules et une série d'autres fossiles spéciaux à l'étage corallien.

La juxtaposition du lias moyen et de l'étage corallien résulte d'une faille qui traverse le département tout entier. La lèvre affaissée se trouve à un niveau plus élevé que la lèvre restée en place ou soulevée; la dénudation est donc évidente, et nous possédons le moyen d'en déterminer la quantité *minima* et la quantité probable.

Reportons-nous au croquis ci-joint et construisons au-dessus




Échelle des { hauteurs 1/40000. longueurs 1/80000.

*a*. Terre à foulon.
*b*. Oolithe ferrugineuse.
*c*. Calcaire à Entroques.
*d*. Marnes supraliasiques.
*e*. Calcaire à Bélemnites.
*f*. Calcaire à Gryphées arquées.
*g*. Corallien.
*h*. Oxfordien.
*i*. Callovien.
*k*. Cornbrash.
*l*. Argiles.

des affleurements de la terre à foulon la puissance des terrains qui séparent cette couche de l'étage corallien, menons ensuite par le point *m*, qui correspond au point *a* de l'autre lèvre, une parallèle à l'inclinaison des couches jusqu'à la rencontre de la faille prolongée, c'est-à-dire jusqu'en *n*; la ligne *an* représentera alors l'escarpement théorique avant la dénudation, et par consé-

quent l'importance *minima* de cette dénudation qui est ici de 500 mètres environ.

Mais tandis que les courants dévastateurs entamaient si largement la lèvre ouest, il est évident qu'ils devaient aussi exercer une action violente sur la lèvre est, et en supposant cette action moitié moindre que celle qui s'est exercée sur la lèvre ouest, on arrive à une dénudation totale et probable de près de 800 mètres.

Je m'abstiens de donner ici toutes les conséquences de dénudations aussi *profondes*; elles sont nombreuses et importantes; je me *bornerai* seulement à dire qu'en admettant une pente générale des étages de 0,01 par mètre vers le centre du bassin, on arrive facilement à la possibilité d'une extension considérable des anciennes mers et à faire passer l'étage bathonien par-dessus les points les *plus* élevés du Thoroau par exemple.

Les puissances des étages qui ont servi à la construction de l'épure sont :

| | |
|---|---|
| Corallien inférieur (partie cachée dans la faille). | 20 mètres. |
| Oxfordien. . . . . | 30 |
| Callovien. . . . . | 50 |
| Cornbrash. . . . . | 10 |
| Argiles. . . . . | 40 |
| Oolithe miliaire. . . . . | 40 |
| Argiles. . . . . | 40 |
| Bancs durs de la terre à foulon. . . . . | 5 |
| Terre à foulon. . . . . | 80 |
| Total. . . . | 315 mètres. |

*M.* le marquis L. Pareto adresse à la Société le mémoire suivant :

*Sur les terrains du pied des Alpes dans les environs du lac Majeur et du lac de Lugano*, par M. Laurent Pareto (Pl. 1).

Quoique après les beaux travaux de Léopold de Buch et d'autres géologues, italiens ou allemands, il ne reste pas grand'chose à dire sur les terrains qui s'étendent au pied de la chaîne des Alpes, depuis le lac de Como jusqu'à la vallée de la Dora, cependant, ayant fait assez récemment quelques excursions dans les environs du lac Majeur et du lac de Lugano, je pense que la Société géologique ne trouvera pas mal que je lui soumette le peu d'observations que j'ai pu faire dans ces promenades.

Si on jette les yeux sur la carte de la partie des Alpes qui, sur le versant italien, s'étend entre la vallée de la Dora et celle de l'Adda, il est facile de reconnaître que ces montagnes sont formées par trois échelons au moins, qui augmentent en hauteur à mesure que l'on avance vers la chaîne centrale. Le premier ou le plus bas de ces échelons est composé des montagnes qui bordent, au sud, à l'ouest et à l'est, le lac de Lugano, et qui, d'un côté, passent vers la partie moyenne et inférieure du lac de Como, et de l'autre, sur la rive orientale du lac Majeur, au midi de Luino, pour s'étendre ensuite de la rive occidentale de ce même lac à celles du lac d'Orta, et de là vers la vallée de la Sesia, au midi de Borgosesia, et vers celle de la Dora Baltea, dans les environs de Biella et d'Ivrea. Le second chaînon serait composé par la chaîne du monte Legnone, qui borde au sud le cours de l'Adda dans la Valteline, par les montagnes qui sont au nord de Lugano, par celles qui sont au nord d'Intra, qui passent ensuite sur le bord occidental du lac d'Orta, pour continuer sur la rive droite de la Sesia, entre cette rivière et les sources de la Sessera, son affluent, et finir dans les hautes montagnes qui sont aux sources du Cervo et de l'Elvo, rivières qui vont ensuite, au-dessous de Biella, se réunir à la Sesia même. Le dernier échelon enfin serait celui de la chaîne centrale et des montagnes qui s'étendent entre cette même chaîne et celles que nous avons indiquées comme composant le chaînon moyen.

C'est au premier de ces échelons, à celui qu'on peut regarder comme situé au pied des Alpes, que j'ai borné mes observations, parce que c'est celui qui présente d'une part une plus grande facilité à être étudié, et, de l'autre, parce qu'il présente une plus grande variété de terrains qui, étant moins altérés, laissent plus facilement entrevoir à quelle époque ils peuvent être rapportés.

La roche sédimentaire et stratifiée plus ancienne qu'on puisse voir à la base de cette suite de montagnes est un schiste micacé, parfois talqueux, dont, pour le moment, je ne m'occuperai point à déterminer l'époque de formation, n'ayant point de données suffisantes pour le faire précisément, mais qui certainement, même en le regardant comme une roche métamorphique, est, dans ces parages, plus ancien que les formations jurassiques. Ce schiste parfois est remplacé par du gneiss, qui pourrait bien être également métamorphique, mais qui, lui aussi, est certainement antérieur non-seulement aux formations jurassiques, mais même aux formations arénacées qui correspondent au trias, au terrain permien et peut-être encore au terrain carbonifère.

Les limites de ces schistes et gneiss vers les formations supérieures sont, sur la rive orientale du lac de Como, les environs de Bellano, et sur la rive occidentale, ceux de Saint-Abbondio. De ce point on suit le schiste micacé en se tenant au nord de la chaîne calcaire qui borde, également au nord, la partie du lac de Lugano qui s'étend de Porlezza à Lugano, et ensuite on le voit venir affleurer au bord du lac près de Lugano même, se montrant en plusieurs endroits de la presqu'île qui de Lugano va à Morcote, d'où il file ensuite vers l'Agno et la Tresa, passant même sur la gauche de cette dernière rivière, pour rejoindre les bords du lac Majeur au sud et tout près de Luino, et de là s'étendre sur la rive occidentale de ce lac et sur les deux bords de celui d'Orta, descendant jusqu'aux environs de Borgosesia et de là filant vers Biella.

Le schiste micacé cependant et le gneiss ne se présentent point sur une grande étendue dans cet échelon inférieur, parce qu'ils sont presque partout masqués par des roches éruptives, soit granitoïdes, soit porphyriques.

Entre le schiste et le gneiss d'une part et les roches calcaires secondaires, qu'on doit regarder comme jurassiques, de l'autre, il y a presque partout interposition d'une suite de roches arénacées de diverses couleurs, qui alternent elles-mêmes avec quelques bancs calcaires, quelques schistes calcaires et certaines dolomies. Cet ensemble de roches, qu'on avait autrefois fait remonter dans les formations jurassiques, paraît appartenir réellement à des formations plus anciennes, car dans certaines parties on a retrouvé des fossiles rapportables au trias, et certaines portions peuvent être regardées même comme plus anciennes.

Au-dessus de ces roches arénacées reposent les masses calcaires qu'on doit rapporter aux formations jurassiques, et enfin des couches d'une nature différente qui ne seraient que des couches néocomiennes et crétacées, et puis, en quelques localités seulement, des bancs appartenant aux terrains nummulitiques, et enfin, à la partie en général extérieure, plusieurs lambeaux de terrains pliocènes ou miocènes supérieurs, le tout recouvert par d'énormes masses de terrain de transport qui en beaucoup d'endroits a nivelé pour ainsi dire les aspérités des roches précédentes et changé souvent l'aspect du pays, puisque c'est à lui probablement qu'on doit attribuer le phénomène de certaines vallées, qui devaient avoir, à ce qu'il semble, leur écoulement vers le sud, et qui l'ont réellement à présent vers le nord ou vers l'ouest, à cause d'espèces de barrages de roches erratiques qui ont obstrué pour ainsi dire leur ancienne issue naturelle.

C'est par exemple par un barrage de terrain erratique, très probablement glaciaire, que l'on doit expliquer le fait que le lac d'Orta (qu'on appelle la Niguglia) se vide par son extrémité nord, tandis que la pente naturelle du terrain semblerait indiquer qu'originairement la vallée devait s'ouvrir vers le sud et avoir son écoulement vers la vallée de l'Agogna, au lieu de l'avoir vers celle de la Toce. De même le lac de Lugano, qu'on sait composé de plusieurs branches, dont deux sont tournées vers le sud, à en juger par les coupures et les vallées creusées dans les terrains plus anciens qui le bordent, pouvait avoir une issue, soit par Bisucchio et Arcisate, vers la vallée de l'Olona, ou par Mendrisio et la vallée de la Muggia, vers le lac de Como, tandis que des collines de terrain erratique, situées près d'Arcisate, et les collines du même terrain, qui sont au-dessous de Mendrisio, paraissent avoir fermé ces vallées et fait que le lac de Lugano ait pris son écoulement vers l'ouest, c'est-à-dire par la vallée de la Tresa vers le lac Majeur, dans lequel, au moyen de cette rivière, il se décharge à présent.

Ce lac de Lugano, sur lequel tant de célèbres géologues ont publié des travaux importants, peut être regardé comme un bassin irrégulier occupant les parties basses d'une espèce de demi-cirque, dont la partie centrale est constituée en général par des roches éruptives, tandis que le pourtour est formé par les terrains secondaires relevés qui tournent les têtes de couches vers la partie interne du cirque, mais dont l'inclinaison est vers l'extérieur. C'est aussi au pied des escarpements qui le bordent, dont le haut cependant est formé souvent par les couches jurassiques, que se trouvent les couches arénacées et certaines dolomies alternant avec elles, qu'on doit séparer des formations jurassiques, et que des observations récentes ont pour le moins fait descendre dans les terrains triasiques. Les coupures de Riva S. Vitale et de Porto, qui s'ouvrent vers le sud, l'une vers Mendrisio, l'autre vers Arcisate, pourraient être regardées comme des vallées d'écartement, laissant voir sur leurs flancs la succession des roches indiquées ci-dessus, depuis le trias jusqu'au calcaire jurassique, y compris la majolica.

Quant au terrain nummulitique, il est tout à fait extérieur à ce cirque, et on ne le voit qu'au pied méridional de la chaîne formée par les couches relevées des terrains secondaires, comme est celle qui de Mendrisio court à la *Madonna degli Angeli*, et au *monte de' Fiori*, et de là au *monte del Ferro* au bord du lac Majeur. Ces terrains nummulitiques constituent une partie des collines d'une médiocre élévation, qui se voient non loin de Varese et de Gavi-

rate, près de Travedona et du lac de Comabbio, mais qui souvent sont couvertes et en partie aussi formées par des masses de terrain erratique très puissant dans ces environs et dans ceux du lac Majeur. Ce même terrain erratique recouvre aussi des lambeaux de marnes subappennines appartenant soit au véritable terrain pliocène, soit à la partie supérieure du terrain miocène. Ces deux dernières fractions du terrain tertiaire, moins séparables entre elles qu'on ne l'a pensé jusqu'à présent, occupent le creux de certaines vallées et ont probablement au pied des Alpes beaucoup plus d'étendue qu'on ne l'a cru jusqu'ici. Il y en a un lambeau près d'Induno, en commençant vers l'est; puis on en voit d'assez grandes étendues près du lac d'Orta et dans les collines qui sont entre l'Agogna et la Sesia. Dans la vallée de cette dernière rivière il s'interne beaucoup, car il y en a d'assez puissants lambeaux auprès de Borgosesia et de Crevacuore, et surtout il y en a un très remarquable près la Valduggia, où ce terrain tertiaire, composé d'alternances de marnes, de mollasses marneuses, de poudingues, contenant des Huîtres, des *Cardium*, et le *Rostellaria pes pelicani*, Brocc., s'étend en couches presque horizontales sur les couches fortement inclinées du micaschiste, et sur des masses puissantes de porphyre, souvent quartzifère, dont est formée la vallée de la Valduggia, qui, courant à peu près de l'est à l'ouest, vient déboucher non loin de Borgosesia sur la gauche de la vallée de la Sesia, qui est ici dirigée du nord au sud. Cette vallée de la Valduggia ainsi que celle de la Sessera, dans les environs de Crevacuore et de Guarda Busone, où se trouvent aussi des lambeaux de terrain tertiaire, sont abritées vers le sud par d'assez hautes collines ou montagnes composées soit de porphyres, soit de calcaires secondaires jurassiques, et forment une espèce de bassin intérieur, où pénétrait la mer pliocène, après même que le chaînon plus bas et plus extérieur du pied des Alpes eut pris un relief assez conforme à celui qu'il a maintenant.

En dehors de ce chaînon et vers la plaine du Novarais et du Vercellais le terrain tertiaire pliocène se montre de Bocca à Romagnano et dans les environs de Lessona, de Masserano et de Cossato. Il y en a même au sud d'Ivrea des petits lambeaux, qui paraissent au jour quelquefois au-dessous de l'énorme masse de terrain erratique descendu de la vallée de la Dora Baltea, ce qui faire raisonnablement supposer que la mer pliocène occupait toute la plaine de Vercelli à Novare, comme elle occupait la base du plateau du Piémont, où l'entaille des différents torrents qui le sillonnent,

comme la grande Stura, le Tanaro, le Pesio, etc., laisse voir le terrain pliocène marin au-dessous de quelques terrains à ossements de pachydermes et au-dessous de la grande masse de cailloux roulés qui recouvre toute la plaine du Piémont et les sommités des collines de l'Astesan, collines formées pour ainsi dire par l'érosion de cette masse de terrains pliocène et erratique, qui s'étend du pied des Apennins à celui des Alpes, étant seulement interrompue par les collines plus anciennes et à couches plus inclinées, qui, partant de Superga, vont finir à Casale et à Valence, séparant le cours du Tanaro de celui du Pô.

Quant au terrain nummulitique des environs de Varese, il ne paraît pas pénétrer dans les vallées un peu profondes, mais seulement s'étendre au pied des montagnes le long d'une zone extérieure, n'ayant en général subi que partiellement les soulèvements qui ont affecté les couches secondaires qui le supportent ou à la partie desquelles il est extérieurement adossé, puisque en général il n'est pas en couches très inclinées, quoique cependant près d'Induno, par exemple, les couches d'un psammite ressemblant au macigno et contenant des Fucoïdes, qui fait partie de ce terrain tertiaire inférieur, aient une forte inclinaison de près de 35° vers le S.-S.-E., comme l'ont aussi les couches crétacées et autres secondaires qui lui sont inférieures, tandis que peu loin de là, à Morosolo, par contre, près de Varese, où il existe aussi quelque lambeau de macigno et de marnes grisâtres avec Fucoïdes, il paraît avoir une bien moindre inclinaison.

C'est aussi avec une légère inclinaison que se présentent les couches d'une espèce de calcaire concrétionné, contenant des Nummulites (qui ressemble, minéralogiquement parlant, à celui de Gassino près de Turin, et à celui des bains d'Acqui), lequel se trouve auprès de Travedona, près du lac de Monate, et qui alterne avec des couches d'une argile sableuse. Je n'oserais cependant assurer que ce calcaire avec Nummulites appartînt à la grande formation nummulitique inférieure. Ce qui est certain, c'est que le terrain de *flysh* avec Fucoïdes se montre dans ces environs, quoique je ne puisse pas dire si les couches contenant les Fucoïdes sont inférieures ou bien décidément supérieures, ou même alternantes avec ce calcaire nummulitique concrétionné. Ce terrain forme des collines d'une médiocre élévation, qui s'interposent entre les lacs de Comabbio et de Monate et le lac Majeur.

Le terrain à Fucoïdes bien constaté vient des environs de Mendrisio, où il s'appuie sur des calcaires crétacés à Inocérames, et plus

l'est de ce pays il s'en montre de fréquents lambeaux, soit dans les collines de la Brianza et vers la vallée de l'Adda, soit encore à côté de Bergame.

Plus à l'ouest du lac Majeur et au pied des Alpes, je n'ai pu voir aucun lambeau de ce terrain à Fucoïdes; mais pour le retrouver ensuite il faut passer sur la droite du Pô, et alors on en voit de fréquents îlots à la base des collines miocènes du Montferrat, comme à Piazzo, à Brusasco, à Saint-Jean de Verrua. Que si de ces collines, en cheminant dans le sens du S.-O., on va vers les Alpes *maritimes*, il reparaît dans les montagnes du col de Tende et dans certaines parties de la vallée de la Stura, d'où il va rejoindre la formation très étendue de calcaire nummulitique, de macigno et de schistes calcaires à Fucoïdes, qui d'un côté occupe beaucoup de sommités, soit dans la vallée de l'Ubaye près de Barcelonnette, soit dans la vallée du Verdon, et qui, de l'autre, se montre sur beaucoup de points du comté de Nice et plus encore dans la rivière du Ponent, forme à partir du col de Tende une espèce de triangle dont le sommet serait placé près de ce col et dont la base s'étendrait le long de la mer, des environs de Vintimiglia à ceux d'Alassio.

Il est singulier, si on consulte une carte géologique des Alpes, d'observer qu'à la vérité ce terrain de Nummulites et de flysh se tient pour ainsi dire principalement sur les bords du massif de cette chaîne, mais qu'il couronne de préférence les sommités des montagnes de ces chaînons extérieurs, ne se montrant (vers la Suisse et la France) que très rarement dans le bas de ces chaînes et rarement en contact avec les terrains plus récents (mollasse miocène et terrains pliocènes), desquels il est généralement séparé dans la grande vallée suisse ou par des lambeaux ou par des affleurements du terrain jurassique ou du terrain crétacé. En effet, du département des Basses-Alpes il file vers celui des Hautes-Alpes, où il se montre entre autres localités très développé vers le sommet du mont Faudon, près de Gap. On le retrouve ensuite en Savoie, où on le voit occuper en beaucoup de points les sommets de la chaîne en partie jurassique, en partie crétacée, qui court des hauteurs de Saint-Pierre d'Albigny à la Dent du Midi de Bex, d'où, passant sur la rive droite du Rhône, il s'étend sur les chaînes qui sont coupées par les vallées de la Saarre, de la Simmer et de la Kander, jusqu'au lac de Thune, d'où il passe vers le lac des Quatre-Cantons, et par Altorf vers le canton de Glaris et celui des Grisons, pour continuer ensuite vers la Bavière et même plus loin encore vers le nord-est.

Cette disposition du flysh semblerait indiquer qu'à l'époque où il se déposait, c'est-à-dire à l'époque éocène, dans l'emplacement des Alpes occidentales et d'une partie des grandes Alpes, il y avait déjà une espèce de grande île émergée, et que vers le midi la communication de la mer, qui baignait la côte occidentale et septentrionale de cette île avec celle qui en baignait la partie méridionale, se faisait par une espèce de détroit qui se trouvait entre le massif du mont Viso et le massif cristallin des Alpes maritimes, ainsi que par un autre bras de mer qui, au midi et au sud-ouest de ce dernier massif, s'interposait entre lui et le massif cristallin (accompagné de terrains secondaires) des Maures, dans le département du Var.

Plus au nord, M. d'Archiac fait observer qu'on ne voit pas ce terrain de flysh sur les flancs orientaux du massif de montagnes qui accompagnent sur la droite le cours du Rhône, et qu'on ne le voit pas non plus sur les pentes est du Jura, vers la vallée de la Suisse et vers une partie de la Savoie. Cela pourrait peut-être s'expliquer par la supposition qu'à l'époque éocène le canal de séparation, entre la partie du Jura émergée et celle des Alpes qui était pareillement hors de l'eau, n'était pas très considérable, et qu'en outre probablement une énorme rupture ou faille, dont on voit clairement les traces le long du pied des Alpes (en faisant enfoncer et en disloquant les masses des terrains plus récents, de manière qu'on dirait qu'elles plongent quelquefois non-seulement sous les couches rapportées au terrain éocène, mais aussi sous des couches crétacées et jurassiques), a caché une partie de ce terrain de flysh sous les énormes détritus plus récents qui couvrent si profondément la grande vallée suisse.

Du reste, quant au calcaire nummulitique de Travedona et du monte Orfano, à l'est de Como, qui paraît plutôt supérieur qu'inférieur au calcaire à fucoïdes, on pourrait se demander s'il appartient réellement à la zone nummulitique inférieure au flysh, ou si plutôt on ne doit pas le rapporter aux calcaires nummulitiques supérieurs et analogues à ceux qui sont au pied des Apennins et dans la partie inférieure du terrain miocène, doutes qui peuvent même naître pour quelques calcaires nummulitiques du Vicentin, qui eux aussi se présentent dans une position presque semblable, et dont la faune contient un certain nombre de coquilles que M. Brongniart même avait reconnues comme analogues aux coquilles qu'on trouve à Superga, et qui sont plutôt miocènes qu'éocènes.

Au-dessous des calcaires, des grès et des marnes à fucoïdes, qui forment l'étage inférieur du terrain tertiaire, il y a assez souvent

le long du pied du chaînon de montagnes qui s'étendent du lac Majeur au lac de Como ; il y a, dis-je, entre ces grès et les calcaires décidément rapportables au terrain jurassique, des assises assez puissantes, mais non pas continues, de certaines marnes rouges et quelquefois verdâtres, un peu sableuses, qu'on doit rapporter à la craie. Ces marnes seraient l'équivalent de la *scaglia rossa* du Vicentin ; on les voit particulièrement à Induno et même du côté de Mendrisio, d'où elles s'étendent vers la Brianza où elles contiennent ordinairement des *Catillus*. Mais à Induno elles sont peu développées, tandis que dans la Brianza la formation crétacée est beaucoup plus étendue et plus compliquée, puisqu'on y trouve aussi comme à Sirone des bancs à Hippurites qui reposent sur certains calcaires psammitiques, et autres variétés de calcaire que les géologues de la Lombardie rapportent encore au terrain crétacé.

La première assise qu'on doit rapporter au terrain jurassique est celle du marbre *majolica*. Quoique sa ressemblance minéralogique avec le *biancone* des montagnes vénitiennes ait pu un temps le faire regarder comme appartenant au terrain néocomien, il paraît maintenant que ses fossiles, et particulièrement les *Aptychus* et le *Belemnites bipartitus* qu'on y rencontre, doivent de préférence le faire joindre aux couches jurassiques. Ce calcaire, qui est ordinairement compacte et blanc, contient surtout dans sa partie supérieure une assez grande quantité de rognons de silex qui se réunissent parfois et se soudent ensemble, de manière à former de véritables lits de cette substance.

En allant de l'O. à l'E., on commence à voir la *majolica* dans les environs de Gavirate, à la chapelle de la Trinité, où ce calcaire forme des couches assez puissantes et assez inclinées vers le S. et le S.-E., qui s'appuient sur le calcaire rouge ammonitique qu'on rencontre dans les montagnes situées immédiatement au nord de ce pays. On dirait même qu'on trouve aussi quelque trace de *majolica* au sud-ouest de ce bourg, près de Bardello, et sur cette espèce de digue qui sépare le petit lac de Biandrono de celui de Varese. Cette digue, qui peut avoir à peine quelques centaines de mètres de largeur, a encore une épaisseur assez considérable. Sur le haut, on y voit, en couches assez inclinées vers le S. et le S.-O., un calcaire blanchâtre avec silex qu'on peut rapporter à la *majolica*, et puis en dessous un calcaire argileux qui contient également des nodules siliceux, et qui a presque l'aspect d'un conglomérat à pâte argileuse, endurcie, avec des nodules d'un calcaire jaunâtre siliceux. Au-dessous de ce banc et au niveau du lac de Varese, il

y a encore un calcaire rougeâtre avec silex qui ressemble parfaitement au calcaire ammonitique rouge qu'on trouve au-dessous de la *majolica* au nord de Gavirate. En regardant superficiellement cette digue, on dirait que les couches qui la constituent doivent reposer et être supérieures aux couches de *majolica* qui sont sur le bord opposé, c'est-à-dire septentrional, du lac de Varese, près la chapelle de la Trinité de Gavirate ; mais, en examinant leur nature, on est conduit plutôt à croire qu'elles sont de la même époque, et que c'est à une faille qu'est due l'apparence qui fait paraître les couches de la Trinité comme inférieures à celles de la digue de Biandrono. Du reste, les failles ne manquent point dans ces environs ; car la section de géologie, à l'époque du congrès de Milan, constata qu'il y en avait justement une en arrière de la chapelle de la Trinité, faille par laquelle le calcaire rouge ammonitique semblait occuper deux niveaux différents, tandis que ce n'était probablement que le même banc qui s'était rompu et s'était abaissé, de manière à paraître passer sous le même banc rouge qu'on trouve plus au S. Dans ces calcaires de la digue entre Bardello et Biandrono, on a trouvé des Ammonites qui ont été déterminées à l'époque du congrès de Milan, l'*Ammonites depressus*, Bosc, et l'*A. Humphresianus*, Sow.

De Gavirate, la *majolica* continue encore pendant quelque temps vers Varese ; mais on ne peut pas bien l'observer, parce qu'en général elle est recouverte par des dépôts postérieurs et surtout par le terrain erratique. Près de Morosolo et en montant du lac à ce pays, après Calcinate del Pesce, on rencontre les couches argilo-marneuses, avec parties de calcaire siliceux analogues à celles que nous avons retrouvées immédiatement sous la *majolica*, le long de la digue entre le lac de Biandrono et celui de Varese. Plus loin je n'ai pu voir, allant vers l'E., la *majolica* près d'Induno, où cependant les couches qui lui sont inférieures, c'est-à-dire les calcaires rouges ammonitiques, sont assez développées, mais je l'ai retrouvée non loin de là vers Saltrio, et plus décidément encore au sud d'Arzo à Besazio, où l'on voit bien son passage au calcaire rouge avec rognons de silex rougeâtre. Depuis Besazio et vers Mendrisio, on la voit même sur les hauteurs qui sont en arrière, c'est-à-dire au nord de ce pays, tandis que plus à l'ouest elle se trouve plus adossée à la base des montagnes. Dans ces environs de Mendrisio, elle semble suivre une zone sinueuse, puisque dans ces dernières montagnes elle forme une espèce de rentrant, et semble être en arrière de la bande de la même nature qui est près de Saltrio et d'Arzo. Dans la *majolica* du pays de

endrisio, le docteur Lavizzari m'a dit avoir trouvé le *Belemnites bipartitus* et des *Aptychus*.

A l'est du lac de Como, c'est-à-dire dans cette espèce de presqu'île montueuse qui est entre le lac de Como et la branche du même lac qu'on appelle le lac de Lecco, on voit encore la *majolica* à Camnago et au nord d'Erba. Elle serait ici la zone plus interne des calcaires jurassiques, comme elle en est la plus récente, si quelque soulèvement partiel du S. au N., ou la coupure de couches presque horizontales jurassiques ne laissaient voir, au bord septentrional de la dépression dirigée E. quelques degrés au N., O. quelques degrés au S., et occupée par les petits lacs d'Alzerio de Pusiano et d'Annone, des couches du terrain jurassique plus anciennes, telles que le calcaire rouge ammonitique et le calcaire gris avec silex qui viennent au jour inférieurement et la soutiennent à une certaine hauteur, comme au-dessus del Buco del Piombo.

Au delà du lac de Lecco, en allant vers le territoire de Bergame, il y a encore de la *majolica;* mais je ne l'ai pas suivie dans cette direction.

Dans l'énumération des endroits où nous avons trouvé la *majolica*, nous n'avons indiqué que des pays situés à l'est du lac Majeur; car à l'ouest de ce lac, quoique les formations jurassiques ne manquent pas, il n'a point été donné de retrouver cette couche supérieure, et en général ce ne sont que des bancs jurassiques plus anciens, et peut-être des formations plus anciennes encore que le Jura, qu'on peut reconnaître dans les petits lambeaux calcaires superposés soit aux porphyres, soit aux schistes cristallins, qu'on voit à l'est de Biella, entre ce pays et le lac Majeur. On dirait qu'à mesure qu'on avance vers l'ouest, abstraction faite des terrains pliocènes et miocènes, les dépôts plus modernes, comme le flysh, la craie, la *majolica*, et enfin les calcaires jurassiques, manquent successivement en s'approchant des masses cristallines ou métamorphiques qui s'élèvent immédiatement de la plaine du Piémont, et forment les premiers chaînons des Alpes d'Ivrée et des environs de Turin. Dans l'Apennin ligurien et dans les Alpes maritimes, surtout vers le versant du Piémont, quoique les calcaires rapportables au Jura ne manquent point, je n'ai pu voir aucune couche de cette formation qui ait pris la forme minéralogique appartenant à la *majolica*. Il y a bien au contraire, dans certaines parties de l'Apennin du Tortonais et du Plaisantin, constituées par le terrain éocène du macigno, des bancs calcaires qui, à l'exception qu'ils ne contiennent ordinairement point de

silex, ont une ressemblance presque complète avec la *majolica*, mais n'appartiennent pas au terrain jurassique.

En partant de Turin et longeant le pied du chaînon des Alpes où naissent la Stura et l'Orco, et qui est traversé par la Dora Baltea dans la partie inférieure de son cours, on ne commence à voir des couches calcaires (excepté certains calcaires saccharoïdes enclavés dans des micaschistes métamorphiques) rapportables au Jura qu'après Biella et Masserano, dans les environs de Castelletto Villa, et ensuite près la Casa del Bosco, dans ce massif de hautes collines qui se trouve entre la plaine au S., la partie inférieure du cours de la Sessera au N., et la Sesia à l'E., depuis qu'elle a été grossie par la Sessera jusqu'aux environs de Gattinara. Dans ce massif, qui est, comme nous le verrons ensuite, composé en très grande partie de roches porphyriques, outre certains lambeaux de terrain tertiaire déjà indiqués près Masserano, et quelques autres vers Crevacuore et vers Casa del Bosco, on retrouve en plusieurs endroits des masses calcaires assez considérables, qui toutes cependant n'appartiennent probablement pas aux terrains jurassiques; car je soupçonne que la partie inférieure est plus ancienne, et qu'on peut en faire descendre une portion dans le trias et même dans le calcaire alpin *zechstein*. A Castelletto Villa, au-dessus des porphyres quartzifères, mais presque enveloppé par eux, il y a un calcaire dolomitique très métamorphosé et fragmentaire qui court à peu près S.-S.-O. Sur ce calcaire reposent, auprès du même endroit, d'autres calcaires plus argileux, certaines marnes et certaines assises un peu arénacées qui ont de la ressemblance à la vérité avec des marnes et des calcaires marneux d'une époque beaucoup plus récente, mais que par leur position on ne peut se refuser à regarder encore comme secondaires. Ces marnes et ces calcaires, en couches verticales ou fort inclinées, continuent encore à se montrer de temps à autre en descendant la Ghiara vers Roasio, et ils alternent souvent avec d'autres calcaires plus compactes et parfois cristallins, qui ont été probablement modifiés par les nombreuses masses de porphyre quartzifère et d'autres roches ignées qui sont à leur contact. Dans ces localités de la Ghiara, quoique je pense que ce soient seulement les couches supérieures qu'on doive rapporter au terrain jurassique, cependant je n'ai pas trouvé de faits assez concluants pour pouvoir fixer avec certitude quelles sont les couches qui appartiennent au Jura et celles qu'on doit rapporter à des terrains plus anciens.

Cette même incertitude continue pour les calcaires qu'on voit en allant de Casa del Bosco vers Sostegno. Avant le premier

de ces villages et vis-à-vis surtout du petit hameau d'Orbello, il y a au fond de la petite vallée des couches assez redressées d'une espèce de grès rougeâtre, ressemblant presque à un porphyre décomposé qui est associé à des couches d'un grès blanchâtre et gris, assez dur, alternant avec d'autres couches plus tendres et plus argileuses. Ces couches, par leur ressemblance minéralogique avec les grès rouges du Bergamasque, de la val Sassina et des environs de Lugano, peuvent faire croire que les couches du grès rouge se prolongent des environs du lac de Como, du lac de Lugano, du lac Majeur, jusqu'aux collines de Gattinara, sur la droite de la Sesia, et que la partie basse des calcaires qui les accompagnent et leur sont superposés appartiennent, comme près du lac de Como, au zechstein, ou tout au moins à quelque couche calcaire subordonnée au trias. En effet, les calcaires inférieurs de Castelletto Villa, et leur prolongation vers Casa del Bosco et Sostegno, ont beaucoup de ressemblance avec les calcaires dolomitiques inférieurs des montagnes du pays de Bergame que les géologues lombards regardent comme appartenant au zechstein, de même que leur partie supérieure correspond parfaitement aux couches noirâtres jurassiques qui constituent, dans les parages du lac de Como et de Lugano, la partie inférieure de cette même formation jurassique.

A Casa del Bosco, la partie inférieure du calcaire est très compacte, parfois dolomitique et colorée en rouge, et verdâtre peut-être à cause de son contact avec les porphyres quartzifères qui sont très répandus dans ces localités. Au-dessus les calcaires sont noirs, et il y a des couches qui sont arénacées et argileuses. Malheureusement ici je n'ai pu retrouver de fossiles qui puissent nous guider sûrement dans la classification de ces couches noirâtres et argileuses; mais ayant eu le bonheur de trouver non loin de là et dans des couches absolument analogues, et qui paraissent être la prolongation de celles-ci, des traces d'Ammonites du lias, je suis persuadé que ces couches supérieures appartiennent à la formation jurassique que l'on sait très développée plus loin à l'est du lac Majeur, mais qui s'amincit de beaucoup en venant finir dans les régions qui sont à l'ouest de la Sesia.

Ces calcaires, tant inférieurs que supérieurs, de Casa del Bosco et de Sostegno, qui viennent de Castelletto Villa, forment une zone assez étroite, dirigée à peu près du S.-O. au N.-E., et qui est enclavée ou entourée par des masses considérables de porphyres, lesquels constituent la plus grande partie des collines qui sont vers Gattinara, ainsi que celles qui sont sur la droite de la

silex, ont une ressemblance presque complète avec la *majolica*, mais n'appartiennent pas au terrain jurassique.

En partant de Turin et longeant le pied du chaînon des Alpes où naissent la Stura et l'Orco, et qui est traversé par la Dora Baltea dans la partie inférieure de son cours, on ne commence à voir des couches calcaires (excepté certains calcaires saccharoïdes enclavés dans des micaschistes métamorphiques) rapportables au Jura qu'après Biella et Masserano, dans les environs de Castelletto Villa, et ensuite près la Casa del Bosco, dans ce massif de hautes collines qui se trouve entre la plaine au S., la partie inférieure du cours de la Sessera au N., et la Sesia à l'E., depuis qu'elle a été grossie par la Sessera jusqu'aux environs de Gattinara. Dans ce massif, qui est, comme nous le verrons ensuite, composé en très grande partie de roches porphyriques, outre certains lambeaux de terrain tertiaire déjà indiqués près Masserano, et quelques autres vers Crevacuore et vers Casa del Bosco, on retrouve en plusieurs endroits des masses calcaires assez considérables, qui toutes cependant n'appartiennent probablement pas aux terrains jurassiques; car je soupçonne que la partie inférieure est plus ancienne, et qu'on peut en faire descendre une portion dans le trias et même dans le calcaire alpin *zechstein*. A Castelletto Villa, au-dessus des porphyres quartzifères, mais presque enveloppé par eux, il y a un calcaire dolomitique très métamorphosé et fragmentaire qui court à peu près S.-S.-O. Sur ce calcaire reposent, auprès du même endroit, d'autres calcaires plus argileux, certaines marnes et certaines assises un peu arénacées qui ont de la ressemblance à la vérité avec des marnes et des calcaires marneux d'une époque beaucoup plus récente, mais que par leur position on ne peut se refuser à regarder encore comme secondaires. Ces marnes et ces calcaires, en couches verticales ou fort inclinées, continuent encore à se montrer de temps à autre en descendant la Ghiara vers Roasio, et ils alternent souvent avec d'autres calcaires plus compactes et parfois cristallins, qui ont été probablement modifiés par les nombreuses masses de porphyre quartzifère et d'autres roches ignées qui sont à leur contact. Dans ces localités de la Ghiara, quoique je pense que ce soient seulement les couches supérieures qu'on doive rapporter au terrain jurassique, cependant je n'ai pas trouvé de faits assez concluants pour pouvoir fixer avec certitude quelles sont les couches qui appartiennent au Jura et celles qu'on doit rapporter à des terrains plus anciens.

Cette même incertitude continue pour les calcaires qu'on voit en allant de Casa del Bosco vers Sostegno. Avant le premier

de ces villages et vis-à-vis surtout du petit hameau d'Orbello, il y a au fond de la petite vallée des couches assez redressées d'une espèce de grès rougeâtre, ressemblant presque à un porphyre décomposé qui est associé à des couches d'un grès blanchâtre et gris, assez dur, alternant avec d'autres couches plus tendres et plus argileuses. Ces couches, par leur ressemblance minéralogique avec les grès rouges du Bergamasque, de la val Sassina et des environs de Lugano, peuvent faire croire que les couches du grès rouge se prolongent des environs du lac de Como, du lac de Lugano, du lac Majeur, jusqu'aux collines de Gattinara, sur la droite de la Sesia, et que la partie basse des calcaires qui les accompagnent et leur sont superposés appartiennent, comme près du lac de Como, au zechstein, ou tout au moins à quelque couche calcaire subordonnée au trias. En effet, les calcaires inférieurs de Castelletto Villa, et leur prolongation vers Casa del Bosco et Sostegno, ont beaucoup de ressemblance avec les calcaires dolomitiques inférieurs des montagnes du pays de Bergame que les géologues lombards regardent comme appartenant au zechstein, de même que leur partie supérieure correspond parfaitement aux couches noirâtres jurassiques qui constituent, dans les parages du lac de Como et de Lugano, la partie inférieure de cette même formation jurassique.

A Casa del Bosco, la partie inférieure du calcaire est très compacte, parfois dolomitique et colorée en rouge, et verdâtre peut-être à cause de son contact avec les porphyres quartzifères qui sont très répandus dans ces localités. Au-dessus les calcaires sont noirs, et il y a des couches qui sont arénacées et argileuses. Malheureusement ici je n'ai pu retrouver de fossiles qui puissent nous guider sûrement dans la classification de ces couches noirâtres et argileuses; mais ayant eu le bonheur de trouver non loin de là et dans des couches absolument analogues, et qui paraissent être la prolongation de celles-ci, des traces d'Ammonites du lias, je suis persuadé que ces couches supérieures appartiennent à la formation jurassique que l'on sait très développée plus loin à l'est du lac Majeur, mais qui s'amincit de beaucoup en venant finir dans les régions qui sont à l'ouest de la Sesia.

Ces calcaires, tant inférieurs que supérieurs, de Casa del Bosco et de Sostegno, qui viennent de Castelletto Villa, forment une zone assez étroite, dirigée à peu près du S.-O. au N.-E., et qui est enclavée ou entourée par des masses considérables de porphyres, lesquels constituent la plus grande partie des collines qui sont vers Gattinara, ainsi que celles qui sont sur la droite de la

Sessera vers Crevacuore. Cette zone calcaire va former la montagne assez élevée qui est au-dessus du pays de Piana, sur la droite de la Sesia, et qui paraît être la continuation de la montagne de Saint-Bernard de la Colma, sur la rive gauche de cette même rivière, montagne que nous nous arrêterons quelques moments de plus à décrire, puisque c'est elle qui dans ces environs présente des faits qui peuvent donner quelque éclaircissement de plus sur la géologie de ces contrées.

La Sesia, qui descend presque du N. au S., pliant un peu vers le sud-sud-est de Varallo à Borgo Sesia, est rejointe au-dessous de ce bourg, presque perpendiculairement, par deux gros torrents qui viennent la grossir, l'un sur la droite, l'autre sur la gauche, et qui coulent dans des vallées assez profondes ouvertes dans la dernière partie de leur cours, l'une dans le sens de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E., l'autre dans le sens de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O. La vallée de droite s'appelle la vallée de la Sessera dont nous avons déjà parlé, celle de gauche est la vallée de la Valduggia. Ces deux vallons réunis semblent former une fente assez large dirigée O.-S.-O., E.-N.-E. à peu près, direction des grandes Alpes. C'est dans cette large fente que nous avons dit qu'il existe de remarquables lambeaux de terrains tertiaires, pliocènes, et peut-être aussi en quelque partie miocènes. Or, sur la gauche, c'est-à-dire au sud de la Valduggia, comme sur la droite de la Sessera, il existe aussi un groupe de collines assez hautes qui en partie peuvent être regardées comme des montagnes, lesquelles séparent ces vallées de la plaine. D'un côté comme de l'autre se montrent, en masses assez puissantes, les roches porphyriques et quelques terrains tertiaires qui sont coupés par la Sesia ; mais dans le massif oriental, outre les porphyres, il y a aussi des schistes micacés, et au-dessus d'eux des calcaires qu'on peut, comme nous allons voir, rapporter avec une certaine probabilité à diverses formations. Le point culminant de ce massif est la montagne de Saint-Bernard de la Colma qui se trouve à sa partie N.-O., et qui a ses pieds baignés au N. par la Valduggia, à l'O. par la Sesia. Si l'on parcourt sa base occidentale, c'est-à-dire si on longe en descendant la gauche de la Sesia, on voit d'abord après le confluent de la Valduggia une masse de roches porphyriques et pétro-siliceuses qui s'élèvent assez haut, et arrivent presque à la moitié de la montagne, par-dessus ces porphyres qui s'abaissent ensuite de beaucoup, et dont, en marchant vers le S., la limite supérieure vient descendre presque au niveau de la Sesia ; on retrouve d'abord une roche arénacée, ou conglomérat à grains plus ou

moins fins, d'une couleur brun rougeâtre, parfois gris verdâtre, composé de grains de quartz, de quelques fragments de schiste micacé et talqueux, de fragments de roches pétro-siliceuses, probablement porphyres quartzifères, de grains d'une roche verdâtre dont quelques-uns pourraient être de la chlorite, d'autres une roche stéatiteuse. Il contient en outre des fragments d'une roche noirâtre qui pourrait être du mélaphyre. Ce conglomérat, qui rappelle celui de San-Martino, près Lugano, au pied du San-Salvatore, est recouvert par un schiste argileux, ou mieux argile *schisteuse, bigarrée* de vert et de rouge, au-dessus de laquelle viennent des bancs peu épais d'un calcaire noirâtre, plus ou moins compacte, avec des points micacés, surmonté par la grande masse dolomitique et autres calcaires au milieu desquels se trouvent encore quelques bancs arénacés dont nous avons pu mieux déterminer la position en abordant la montagne par un autre côté. En effet, si l'on monte au sommet de la montagne du côté de la Colma, on retrouve, sur le schiste micacé qui se trouve vers le N.-E. et au-dessous des escarpements calcaires qui le dominent, un banc assez considérable d'une roche argileuse et *arénacée*, brun rougeâtre, avec quelques petits fragments de schiste micacé qu'on ne peut se refuser à regarder comme absolument analogue à celle que nous avons retrouvée sous les mêmes escarpements calcaires le long de la Sesia, et qui est en même temps identique avec beaucoup de bancs que nous retrouverons toujours en marchant vers l'E., c'est-à-dire vers le lac de Lugano et le lac de Como, ainsi que vers la Valsassina, dans la même position, entre les schistes micacés en dessous et les calcaires de différentes formations en dessus, et que les géologues lombards qui ont le plus étudié ces contrées rapportent au grès rouge.

Ainsi il est très présumable que cette roche est ici partout en dessous de cette masse calcaire, qu'elle est indépendante des porphyres d'un côté comme elle l'est des schistes micacés de l'autre, et qu'ainsi elle appartient réellement à la formation des grès rouges, et n'est pas un de ces bancs accidentels produits par une décomposition locale des porphyres, comme on en voit parfois au contact de ces roches et comme l'ont supposé quelques géologues.

Au-dessus du banc rapportable au grès rouge, il y a immédiatement une masse considérable d'une dolomie gris jaunâtre assez caractérisée qui présente quelques indices de stratification; puis il en vient une autre plus massive où pour ainsi dire la stratification a tout à fait disparu, et par-dessus se succèdent un certain nombre

de bancs calcaires de couleur un peu grisâtre, plus compactes et d'une médiocre épaisseur, qui sont enfin surmontés par des couches arénacées, l'une blanchâtre, l'autre rougeâtre, qui ont tout à fait l'aspect d'un grès et qui pourraient être rapportées à quelqu'une des subdivisions du trias.

Par-dessus ensuite vient une assez nombreuse suite de calcaires noirâtres, tantôt siliceux, tantôt compactes et quelquefois subcristallins, dans lesquels on trouve des Ammonites, et qui sont suivis par d'autres calcaires également schisteux et alternant avec d'autres plus compactes, dans lesquels se trouvent des impressions sinueuses d'animaux mous qui pourraient être des *Nemertites*. L'Ammonite que j'ai retrouvée est très proche de l'*Ammonites serpentinus* qui se trouve dans la formation du lias. Toutes les couches que nous avons nommées courent ici (à la chapelle Saint-Bernard) à peu près de l'O. à l'E., inclinant vers le S. ou le S.-S.-E.; mais plus près de la Sesia et dans le ravin qui descend de la Colma vers Ara, où l'on voit aussi une trace des grès rouges inférieurs, les dolomies semblent prendre une inclinaison un peu différente vers le N., et paraissent ainsi avoir rempli une légère dépression (Pl. I, fig. 1).

Si nous dirigeons maintenant notre attention sur la longue suite de couches que nous avons énumérées, et que nous examinions leur nature et leurs rapports, je crois que nous ne serons pas loin de la vérité en disant que nous avons dans cette montagne de *San-Bernardo della Colma* des traces de la formation du grès rouge dans les grès inférieurs, des traces du *zechstein* dans les dolomies qui lui sont immédiatement supérieures, des traces du trias dans les grès rougeâtres et blanchâtres supérieurs à cette dolomie, et enfin plus sûrement encore des traces du lias dans les couches calcaires, noirâtres, compactes, schisteuses et subcristallines, à *Ammonites serpentinus*, que nous avons trouvées vers le sommet de la montagne.

Du reste, cette suite de roches correspond, mais sur une échelle assez restreinte, à ce que nous verrons plus loin et avec plus de certitude, soit dans les environs des lacs de Lugano et de Como, soit dans la Valsassina et les vallées de Bergame où ces formations prennent un plus grand développement; et ainsi nous pouvons dire avec beaucoup de probabilité que presque toute la série des formations secondaires inférieures à la *majolica* qui ont été indiquées dans les environs du lac de Como se prolongent, mais en se rétrécissant, jusque sur les bords et les environs de la partie inférieure de la vallée de la Sesia.

En quittant le massif de la Colma et en marchant plus vers

E., on retrouve encore des masses calcaires isolées, et qu'il est difficile, puisqu'on n'y trouve point de fossiles, de rapporter précisément à une formation déterminée. Auprès de Maggiora, les calcaires sont tantôt subgrenus, tantôt presque compactes; ils sont en général d'une couleur grisâtre, quoiqu'il y ait des parties supérieures qui tirent sur le rouge. Ils sont en bancs assez inclinés, à ce qu'il paraît, vers l'E. Ces masses sont souvent dolomitiques, et elles sont entourées presque de tous côtés par une énorme quantité de porphyre quartzifère. On peut croire que nous avons ici un lambeau de la formation jurassique et peut-être la partie inférieure; car en général la dolomie, et le calcaire grisâtre et de couleur foncée, constituent dans ces parages la partie inférieure de cette formation.

Après les collines de Maggiora et de Borgo-Manero, où sont beaucoup de terrains tertiaires, surtout pliocènes, on retrouve la vallée du torrent Agogna qui descend des montagnes qui sont entre le lac d'Orta et le lac Majeur. Ces montagnes, composées de schiste micacé, de gneiss, et traversées vers le N. par le beau massif ou filon de granite rouge et blanc de Baveno et d'Omegna, sont flanquées vers le S., c'est-à-dire vers la plaine et les collines plus basses, par une traînée de porphyre quartzifère. A côté de ce porphyre et probablement modifiés par son contact, se montrent des lambeaux calcaires, souvent dolomitiques et un peu cristallins. A ces lambeaux appartiennent les calcaires de Gozzano et Arona. Dans la première de ces localités, le massif calcaire visible est très peu de chose; cependant il est assez remarquable à cause des fossiles qu'on y a retrouvés, et qui permettent de dire qu'il appartient, au moins dans sa partie supérieure, à la formation jurassique. Ce calcaire est en général jaune rougeâtre; il contient des géodes ou vacuoles tapissées de cristaux, et est tantôt subgrenu, tantôt compacte; on y voit des lamelles luisantes, spathiques, qui sont dues probablement à des fragments d'Entroques. On doit, je pense, le rapporter au calcaire rouge jurassique qui contient ailleurs beaucoup d'Ammonites. Ici cependant ce sont les Térébratules qui dominent; on y a vu, entre autres, *Terebratula tetraedra*, Sow., *T. lacunosa*, Schl., *T. affinis*, *quadruplicata*, Ziet., *Spirifer rostratus*, une *Pleurotomaria*, des Peignes lisses et peut-être des Pectoncles.

Ce lambeau calcaire est très peu important; il forme le rocher sur lequel est située l'église principale de Gozzano, et il y en a un autre monticule au delà de la petite vallée qui est au-dessous de cette même église. A la base du calcaire, entre lui et le porphyre,

petite chaîne du Campo de' Fiori se rendent dans le lac Majeur par la vallée de Margorabbio qui descend à Luino, ou par celle de Curio qui vient aboutir à Laveno. Le passage de cette dernière vallée au bassin du lac de Varese se fait par un col assez bas sur la prolongation de l'axe de cette chaîne où l'on voit assez facilement la constitution géologique de la même, comme on la voit également assez bien sur le col qui conduit à Brinzio, et sur celui qui d'Induno conduit dans le val Gana. Ces eaux, celles de Margorabbio en particulier, courent pour ainsi dire en sens contraire de la pente générale du terrain, puisqu'elles vont du S. au N., et les couches qui sont mises à nu dans cette vallée devraient être de plus en plus anciennes en allant vers le N., si les masses éruptives de porphyres qu'on rencontre n'interrompaient parfois la succession de ces mêmes couches, et ne portaient au jour des masses plus anciennes là où la suite naturelle devrait faire rencontrer quelques couches plus récentes.

Pour se former une idée de la constitution de la partie occidentale des montagnes qui vont du lac Majeur à celui de Lugano, il suffit de faire l'examen d'une coupe, dirigée à peu près du nord au sud de Bedero près Luino à Gavirate (fig. 2).

En quittant Luino, on traverse la Tresa et le Margorabbio qui se réunit à elle près de Germignaga, sur les bords du lac, et l'on monte une petite côte qui, au-dessous de masses assez considérables de terrains erratiques, d'argiles et de cailloux roulés, presque horizontales, laisse voir des couches de schiste micacé inclinées à peu près vers le S. Après une vingtaine de minutes de chemin, on voit reposer sur ce schiste, et en couches également inclinées et assez fortement vers le S.-S.-E., des bancs d'un grès rougeâtre, parfois aussi un peu verdâtre, tantôt à grains fins, tantôt passant à un conglomérat à petits cailloux de quartz qui est parfaitement ressemblant à celui qui est entre le schiste micacé et la dolomie, au pied du monte San-Salvatore près Lugano, et qu'on ne peut se refuser à rapporter au grès rouge. Au-dessus de ce grès et au pays même de Bedero, il y a une masse calcaire un peu dolomitique dont les couches, inclinées d'abord vers le S.-S.-E., se relèvent ensuite un peu en sens contraire, et reposent de nouveau (sans que j'aie pu voir ce qu'il y avait entre les deux) sur le schiste micacé qui, du fond de la vallée de Margorabbio, se relève près de Roggeno jusqu'à une espèce de col qui est sur la chaîne entre le Margorabbio et le lac Majeur. A ce col, le terrain erratique recouvre le schiste; plus loin, c'est-à-dire plus au S. sur cette même crête, recommencent à paraître les calcaires dolo-

dans trouver toutes les formations dont nous avons fait mention, mais sur une échelle beaucoup plus vaste et avec un développement bien plus considérable.

On voit d'abord et vis-à-vis d'Arona un petit massif calcaire sur le bord oriental du lac près d'Angera, où la même dolomie que celle d'Arona s'appuie sur un massif isolé de porphyre. On voit de même deux autres massifs analogues et isolés de calcaire dolomitique à Ranco et à Ispra ; mais la grande masse de calcaire ne commence réellement qu'au nord de Bogno, d'où elle borde la rive orientale du lac jusqu'auprès de Porto et Bedero au sud de Luino. Ces calcaires, ou pour mieux dire cet assemblage complexe de formations dans lesquelles prédominent les masses calcaires, forment, abstraction faite des porphyres quartzifères et pyroxéniques qui surgissent au milieu d'elles, et de quelques lambeaux de schiste micacé qui sont mis à découvert, ainsi que certaines roches arénacées, forment, dis-je, une zone assez considérable qui peut avoir 4 à 5 lieues de largeur, et qui continue avec les mêmes dimensions, et en s'élargissant même davantage vers le lac de Como et au delà. Dans la partie occidentale de cette zone, c'est-à-dire celle qui est à l'ouest du lac de Lugano, la montagne de *Campo de' Fiori*, qui a 1238 mètres d'élévation, paraît être la plus élevée ; elle fait partie d'une petite chaîne dirigée à peu près de l'O. à l'E., qui est comme une espèce de rideau qui sépare le pays des collines du Varesotto du pays des montagnes de la val Cuna du district de Laveno et de la val Curio. Cette montagne, dont les couches inclinent vers l'extérieur, c'est-à-dire vers le S.-S.-E., est principalement formée de couches de calcaire dolomitique et de calcaire grisâtre avec silex pyromaque qui constitue la partie inférieure de la formation jurassique. A sa partie extérieure, c'est-à-dire vers Gavirate, San-Ambrogio, Induno, le calcaire rouge ammonitique repose, sans s'élever jusqu'à son sommet, sur ces calcaires grisâtres avec silex; il est recouvert, comme nous l'avons vu, par la *majolica* qui forme la zone plus externe et plus récente de ces formations qui ne paraissent pas pénétrer dans l'intérieur de cette masse calcaire, c'est-à-dire au nord du rideau de montagnes formé par la petite chaîne du monte Campo de' Fiori et de la Madonna del Monte, où les roches qui sont à la base intérieure, c'est-à-dire septentrionale de la chaîne, sont de préférence ou des dolomies ou des calcaires semi-schisteux qui appartiennent à une zone plus ancienne que celle de la *majolica* du calcaire rouge et même du calcaire gris avec silex.

Toutes les eaux qui descendent de la face septentrionale de cette

dernier pays, marchant au S.-S.-E., tourner vers Gavirate. Si l'on suit le premier chemin, il paraît qu'on n'entre point dans les bancs dolomitiques inférieurs, et que les couches plus anciennes sont les calcaires schisteux, tandis que si l'on prend l'autre qui se tient à un niveau inférieur, on voit à Cutiglio les calcaires schisteux incliner N.-N.-O. sous les monti del Ferro, puis on voit plus bas (au col entre le versant du lac Majeur et celui de Varese) des dolomies en bancs plongeant d'abord au N., puis au S. (c'est-à-dire d'un côté sous le monte del Ferro, de l'autre sous celui de Campo de' Fiori), puis au-dessus de ces dolomies, du côté méridional du col, de nouveau des calcaires en couches minces et schisteuses, puis la série des formations jurassiques, c'est-à-dire des dolomies, des calcaires grisâtres, compactes, avec silex, puis quelques calcaires un peu marneux, et enfin les calcaires rouges ammonitiques et la *majolica*.

Toutes ces dernières couches inclinent vers le S. ou vers le S.-S.-O., et forment ainsi la partie méridionale d'une espèce de courbe convexe dont les couches qui se trouvent sous le monte del Ferro formeraient la branche septentrionale, c'est-à-dire inclinée vers le N. Il est assez remarquable que la ligne à partir de laquelle se montrent ces deux inclinaisons calcaires, laquelle ligne passerait par Curio et Bosco vers le lac Majeur, est à peu près la prolongation de l'axe de cette espèce d'ellipsoïde de roches pyrogènes qui se trouve entre la val Gana et le lac de Lugano, comme plus au N. les changements d'inclinaison que nous avons observés sous San-Martino, près Brisciago, correspondent à la prolongation de l'axe de l'autre massif de roches également pyrogènes qui se trouve près de Cunardo, Grantola et Fabiasco. Les dolomies que nous avons remarquées au passage entre la val Curio et Gavirate se prolongent encore vers l'O. et le S.-O., et arrivent jusqu'aux bords du lac Majeur, près de Bosco et Arolo, ce qui viendrait à l'appui du soupçon qu'une partie au moins des dolomies des bords du lac, comme celles d'Ispra, Ranco, Angera, Arona, puisse appartenir à des formations inférieures au terrain jurassique.

Si après avoir examiné en détail, comme nous l'avons fait, la coupe conduite de Luino à Gavirate, nous faisions une seconde coupe parallèle, mais placée plus à l'E., en passant par Grantola, Cunardo, Bedero di Gana, Brinzio et la montagne de Santa-Maria del Monte, coupe qui correspond à celle donnée par L. de Buch, au lieu d'avoir une suite continue de calcaires, nous couperions (après les schistes micacés surmontés de grès rapportables au grès rouge et de conglomérats de Grantola) des masses calcaires

les probablement, appartenant à divers horizons, interrompues par de puissantes masses de roches pyrogènes, et nous verrions vers Brinzio, sous les calcaires de la Madonna del Monte, comme aussi entre Bedero et Brinzio, sortir inférieurement des traces probables du grès rouge cependant très modifié. Plus loin, c'est-à-dire plus à l'E. encore, les roches pyrogènes forment une masse beaucoup plus continue, et dans la val Gana, de Ghirla en allant au S. vers la chapelle de San-Gerolamo, on chemine au milieu de la masse de porphyres quartzifères et mélaphyres non interrompue, tandis qu'une seule masse calcaire au nord de Ghirla sépare ces porphyres des schistes micacés de Marchirolo et des mélaphyres qui les traversent près de Cunardo et de Fabiasco.

On dirait que sous ce méridien de la val Gana la masse calcaire est partagée en deux branches, l'une au N., l'autre au S. de l'ellipsoïde de roches pyrogènes qui, de Ghirla en allant vers l'E., passe sur les bords occidentaux du lac de Lugano, ensuite dans la presqu'île de Morcote, et enfin sur les bords orientaux du même lac à Campione, Bissono et Maroggia. Les calcaires de Lavena, ceux du monte Cassana, de Barbanico et du monte San-Salvatore, appartiendraient à la zone septentrionale; ceux d'Induno, d'Arcisate, de Saltrio, d'Arzo, de Meride, de Capolago, feraient partie de la zone méridionale. Les deux zones se réuniraient, ou pour mieux dire le cirque se refermerait à une petite distance des bords orientaux du lac de Lugano, c'est-à-dire à l'est de Maroggia, Bissone et Campione, puisque tout l'espace compris entre ces pays et les bords du lac de Como vers Argegno, Brienno, etc., est calcaire, et la branche même du lac de Lugano qui va de cette ville à Porlezza est toute enclavée entre des masses calcaires qui, particulièrement celles qui sont sur la rive septentrionale, pourraient être regardées comme la continuation des couches du San-Salvatore. Tout à l'entour de ce cirque, surtout à la partie méridionale et orientale, les couches calcaires relèvent leurs têtes, et montrent leurs principaux escarpements vers la partie centrale de l'ellipsoïde des masses pyrogènes, et c'est dans le bas de ces escarpements qu'on voit souvent paraître les grès anciens, comme aussi c'est dans la partie interne de ce cirque que viennent au jour les schistes micacés qui sont les couches sédimentaires plus anciennes de ces contrées.

Ainsi si d'Induno, en marchant au N., vous allez à la rencontre des roches pyrogènes de la val Gana, après avoir quitté les formations éocènes de psammites à fucoïdes des environs du même Induno, après avoir traversé des couches argilo-marneuses, vert

rougeâtre, appartenant à la craie, vous vous trouvez dans des bancs d'un calcaire rougeâtre, jurassique, avec quelques points micacés, contenant des Ammonites et des silex, lesquels bancs courent E.-N.-E., et inclinent de près de 45° au S.-S.-E. Inférieurement à ces bancs, vous voyez sortir une couche d'un calcaire arénacé, gris verdâtre, avec impressions de coquilles indéterminables, puis un banc de calcaire dolomitique carié, puis d'autres dolomies massives, dans lesquelles sont assez fréquentes des parties mélangées d'une substance verdâtre, probablement talqueuse. Ces dolomies, qu'on voit à la carrière *Medici*, continuent au point culminant de la route, d'où on les suit en descendant vers le val Gana ; mais dans le bas elles sont partagées en bancs assez minces et ont l'aspect arénacé. En descendant encore, on retrouve enfin sous les dolomies de puissantes couches de grès et de conglomérats de différentes couleurs, mais plus particulièrement blancs et rougeâtres. Ces grès présentent quelques parties ferrugineuses, et les conglomérats, qui contiennent particulièrement des cailloux de quartz, ont souvent l'aspect du véritable *verrucano ;* ils ressemblent aussi parfaitement à beaucoup de conglomérats de la rivière du ponent de Gênes qui se trouvent comme ici, ou entre des roches granitoïdes et des calcaires souvent dolomitiques, ou bien entre des schistes micacés et ces mêmes calcaires. Ces grès endurcis et ces conglomérats semblent parfois être en couches un peu contournées ; enfin ils cèdent la place à une espèce de roche granitoïde avec laquelle on dirait qu'ils se fondent. Au reste, cette roche granitoïde est pour moi une variété de porphyre quartzifère plutôt qu'un véritable granite.

Dans cette coupe, nous n'avons pas, à la vérité, de séparation bien déterminée entre la dolomie inférieure et la dolomie supérieure, séparation qui est d'ailleurs marquée par les schistes bitumineux fossilifères de Besano, et en d'autres points par toute la série du trias ; mais il est probable que la couche intermédiaire ne manque point, et que seulement elle a été oblitérée ou rendue méconnaissable par quelque action métamorphique. Je le crois d'autant plus facilement que, comme à l'E. vers Besano, on voit à l'O. vers Bedero et à peu de distance, entre les deux dolomies, cette suite de couches calcaires, minces, un peu bitumineuses, qui se trouvent partout dans ces parages dans une situation analogue et presque toujours au même niveau géologique. En effet, si de Bedero, de Gana, on marche vers l'O., c'est-à-dire vers Masciago et les montagnes de Laveno, perpendiculairement à la coupe de Luino à Gavirate, on trouve d'abord sur les por-

phyres une dolomie plongeant un peu vers l'O., puis au-dessus d'elle, à Masciago, des calcaires schisteux qui ont la même inclinaison, puis de nouveau, sur ces schistes et à la base de la montagne de San-Martino, de la dolomie, et sur le haut la masse des calcaires jurassiques, comme aussi, non loin de là, entre Bosco et Grantola, on trouve le grès rouge près des mélaphyres et en dessus des calcaires dolomitiques, et en allant à la *perdita* de *Margorabbio* (pont naturel sous lequel s'engouffre ce torrent), on trouve sur ces dolomies des calcaires fissiles, semi-schisteux, avec quelques empreintes de coquilles peu déterminables. Ces calcaires qui rappellent, mais de loin, certains bancs du muschelkalk, sont courbés en fond de bateau, et se relèvent d'un côté, c'est-à-dire au N., vers le massif pyroxénique de Cunardo, et au S. sur le promontoire des roches ignées de Bedero de Gana (fig. 3).

Que si du val Gana, et particulièrement du point où nous avons trouvé les grès rouges, c'est-à-dire du col du Margorabbio, en tournant un peu à l'E., on coupe la montagne en sens contraire pour aller vers Arcisate, on trouve également au dessus de la dolomie inférieure une autre dolomie avec silex pyromaque, et tout à fait analogue aux dolomies et aux calcaires de la Madonna del Monte dont on a encore ici la prolongation. Les couches qu'on rencontre sur ce parcours sont dirigées E.-N.-E., O.-S.-O., inclinent vers le S.-S.-E., et viennent finir au bord de la vallée, sur sa droite ; mais on les voit reparaître de l'autre côté, c'est-à-dire sur la gauche, où elles redressent leurs têtes toujours de manière à faire voir qu'elles sont supportées, ou bien ont été soulevées par le massif central de roches pyrogènes qui se trouve aux bords du lac de Lugano. La disposition des principales montagnes de ces environs, telles que monte Campo de' Fiori, punton di Gana, montagnes au dessus de Saltrio et d'Arzo, monte Generoso, qui paraissent placées sur une portion considérable de circonférence elliptique et tournent leurs escarpements vers l'intérieur du cirque, sont une preuve de plus que toutes les couches des environs s'appuient sur un noyau central de roches plus anciennes ignées, ou bien qu'elles doivent leur redressement à la sortie de ce massif de roches pyrogènes.

La vallée dans laquelle est placée Arcisate s'ouvre à peu près du N. au S., un peu S.-S.-O., et paraît la prolongation de la branche du lac de Lugano qui de cette ville vient au village de Porto. Un barrage peu élevé de terrain erratique détermine près de Bisuschio l'écoulement des eaux, d'un côté vers le lac de Lugano, de l'autre vers l'Olona. Du reste, la vallée a l'aspect d'une

véritable et large coupure à travers les roches pyrogènes aux abords du lac, puis à travers les roches calcaires stratifiées à Bisuschio et à Arcisate. La partie de la vallée qui est plus près du lac est occupée par des alluvions au milieu desquelles, près de Besano, surgit une petite montagne de roches granitoïdes. De ce point, en marchant vers le S.-E., on rencontre d'abord (sans que je puisse dire s'il y a entre la roche granitoïde et la dolomie le grès rouge qu'on rencontre plus loin vers Brusino, Arzilio) une masse dolomitique assez considérable qui incline vers le S.-E. ou le S.-S.-E. Au-dessus de cette dolomie se trouve un ensemble de couches composées de schistes noirâtres, calcaires, bitumineux, qui alternent avec des petits bancs dolomitiques, entre lesquels schistes il y a une espèce d'enduit bitumineux, et c'est dans ces schistes qu'on a trouvé des fossiles qui ont conduit les géologues lombards à classer cette masse schisteuse dans le trias.

Au-dessus de ces schistes, il règne de nouveau une grande suite de couches dolomitiques dont la partie inférieure est en bancs assez puissants et la partie supérieure en lits beaucoup plus minces. Supérieurement à ces couches dolomitiques qui semblent former le haut ou la crête de la montagne, on voit une suite assez nombreuse d'autres bancs calcaires, compactes et grisâtres, qui s'appuient sur elle, et inclinent toujours au S.-S.-E. ou au S.-E. Non loin du chemin suivi, on voit aussi (mais non bien distinctement et sans pouvoir dire s'ils sont supérieurs aux bancs sus-indiqués) de la dolomie poreuse, des calcaires grisâtres avec silex, et enfin, au sortir de Saltrio, on reconnaît des traces de calcaire rouge ammonitique qui reste ainsi supérieur au calcaire dit marbre de Saltrio, lequel varie du rouge au verdâtre, au gris, et qui doit correspondre aux bancs calcaires que nous avons retrouvés sur la montagne au-dessus de la dolomie supérieure. C'est en effet dans des couches qui semblent la prolongation de ces calcaires que se fait cette exploitation, laquelle fournit une pierre d'ornementation assez recherchée, et dans laquelle on a trouvé un grand nombre de fossiles dont une liste assez complète a été fournie par M. Omboni, d'après M. Bruner, dans le *Bulletin de la Société géologique*. Ce calcaire ou marbre de Saltrio se prolonge aussi à Arzo, Besazzio, Tremona, dans le canton du Tessin, et est clairement au-dessous des calcaires rouges ammonitiques, et, à cause des fossiles qu'il contient, on peut croire qu'il représente la partie inférieure du lias. On trouve dans les bancs de ce calcaire de Saltrio à Ammonites et à Térébratules d'assez nombreux fragments de lignite (fig. 3).

La coupe que nous avons donnée de Besano à Saltrio présente une idée assez claire de la constitution des montagnes qui s'étendent à l'est et au sud-est de la vallée d'Arcisate. Une autre coupe parallèle à celle-ci, mais faite des bords du lac de Lugano, près de Brusino, Arzisio, à Tremona et à Besazzio, dans les environs de Mendrisio, en peut donner une idée encore plus complète, puisqu'elle découvre des couches que nous n'avons pas aperçues de Besano à Saltrio.

En partant de *Brusino*, Arzisio, et montant la pente assez roide qui *se trouve au* sud-est de ce village, on parcourt d'abord, pendant un certain temps, les formations pyrogènes, porphyres, quartzifères ou plutôt mélaphyres, qui s'élèvent à une hauteur assez considérable au-dessus du lac, puis on rencontre plusieurs bancs d'un grès rougeâtre et agglomérat lie de vin avec cailloux de quartz blanc (ressemblant assez aux grès rougeâtres et agglomérats du pied du San-Salvatore, près de Lugano, et à ceux de la val Sassina) qui inclinent dans le sens du S.-S.-E. Ces grès forment pour ainsi dire une ceinture qui se tient à une hauteur moyenne, tout autour de l'espèce de promontoire qui est entre le *golfe de* Porto et celui de Riva San-Vitale, promontoire qui est couronné par le monte San-Giorgio calcaire. Sur ces grès, on rencontre un banc assez puissant d'une dolomie grisâtre, et au-dessus de cette dolomie on voit une suite assez considérable de schistes noirâtres, de calcaires gris, de quelques dolomies, et de quelques grès en bancs de peu d'épaisseur alternant entre eux. Entre ces différents bancs, il y a des traces de combustible qui forment comme un enduit bitumineux de quelques centimètres d'épaisseur, combustible qu'on cherche à exploiter dans la localité dite de *Serpiano*. Ces petits bancs sont assez nombreux et contiennent quelques fossiles. Dans le peu de temps que j'ai passé à visiter cette carrière, j'ai rencontré dans les schistes noirs des impressions de coquilles qui ressemblent beaucoup au *Posidonomya Moussonii*, Mérian, et dans les petits bancs de calcaire dolomitique intercalé, de nombreux moules d'une espèce d'Ammonite qui peut être l'*Ammonites nodosus*, ce qui indique assez positivement que ces schistes, ainsi que ceux de Besano, représentent une portion du trias et très probablement le muschelkalk. Ces schistes ressemblent beaucoup au calcaire schisteux qu'on rencontre (un peu au-dessous du col entre les deux vallées) lorsque de la val Sassina, au-dessus de Parlasco, on traverse la montagne pour aller dans la vallée d'*Esino qui* descend à Varenna sur le lac de Como, et ils sont *identiques*, car ils en sont la continuation avec ceux qu'on tra-

verse, lorsque de Riva San-Vitale on gravit la montagne pour aller à Meride ; de plus, ils ont aussi beaucoup de ressemblance avec les couches noires qui sont auprès de Croce, au-dessus de Menaggio, et d'un autre côté avec ceux que, dans les pays à l'ouest du lac de Lugano, nous avons vus vers le Margorabbio, non loin de Masciago; d'où l'on peut déduire avec beaucoup de probabilité que les formations triasiques, qu'on n'avait signalées qu'aux environs des lacs de Como et de Lugano, se prolongent encore à l'O. vers le lac Majeur, et ont au pied des Alpes une étendue beaucoup plus considérable qu'on n'avait pensé jusqu'à présent.

Mais en retournant à notre coupe et venant du versant de Brusino, Arzisio, dans celui du torrent qui descend à Meride, au-dessus des schistes fossilifères, on rencontre la dolomie supérieure, et puis, après une interruption occasionnée par le pointement d'une masse de mélaphyre, on rencontre des bancs de calcaire compacte, grisâtre, et puis les bancs de calcaire vert rougeâtre avec Encrines et autres fossiles de Tremona, puis le marbre de Besazio, continuation de celui d'Arzo, ensuite le calcaire rouge ammonitique, et enfin la *majolica* qu'on rencontre entre Besazio et Ligornetto, vis-à-vis de Mendrisio, ce qui donne la série complète des couches triasiques et jurassiques qu'on trouve dans les environs du lac de Lugano (fig. 4). Auprès de Riva San-Vitale, les grès rouges qui inclinent au S.-S.-E. viennent, des hauteurs au-dessous de San-Giorgio, descendre presque au niveau du lac, et s'immerger sous la dolomie et les schistes noirs qu'on voit dans les escarpements qui sont à l'ouest de la petite vallée qui descend de Ligornetto au lac près de Riva, schistes qui sont la prolongation de ceux de Serpiano, au-dessus de Brusino, Arsizio.

Les eaux qui dans les environs de Mendrisio coulent vers le lac de Lugano sont séparées de celles qui vont par l'*Acqua Lunga* au lac de Como, par un petit plateau formé de cailloux roulés et probablement de masses erratiques, qui est élevé à peu près de 83 mètres sur le niveau du lac de Lugano, lequel est lui-même élevé de 280 mètres sur la mer, tandis que le torrent d'Acqua Lunga qui coule au pied du plateau sus-indiqué du côté du S. a auprès de Chiasso un niveau à peu près inférieur de 50 mètres à celui du lac de Lugano. Ce barrage de terrain erratique est celui qui probablement a causé le changement d'écoulement d'une partie des eaux du lac de Lugano, qui naturellement pouvaient avoir d'abord une issue par cette vallée de Mendrisio et de l'Acqua Lunga vers la plaine de la Lombardie ou vers le lac de Como.

Sur la rive orientale de cette vallée de Mendrisio, ou plutôt de

la fente qui est la continuation de la branche du lac de Lugano qui aboutit à Capo di Lago, on voit aussi des roches analogues à celles de la partie occidentale. En effet, il y a des masses calcaires qui paraissent identiques avec celles de l'autre côté, et, non loin de Mendrisio, on voit la *majolica* s'élever assez haut sur les montagnes qui sont au nord de cette ville, comme à côté de Capo di Lago il y a des roches qui ont l'apparence des grès qui sont sur la rive opposée auprès de Riva San-Vitale.

Un peu plus loin, au N., à Melano, les calcaires, par une espèce de plissement, descendent presque au niveau du lac, mais s'en éloignent ensuite, puisqu'ils forment les pittoresques escarpements disposés en forme d'un arc de cercle qu'on voit s'élever au delà du massif boisé de roches pyrogènes qui s'étend de Melano à Campione. Ces escarpements, au moins sur les hauteurs, appartiennent au calcaire jurassique, et sur le monte Generoso, qui en est pour ainsi dire le point culminant, on a trouvé le *Spirifer tumidus*, *S. Walcotii*, *S. rostratus*, la *Terebratula vicinalis*, *T. tetraedra*, etc., et le *Pentacrinus basaltiformis*, fossiles qui paraissent indiquer la partie inférieure de la formation du lias, et fait croire que, si les bancs le plus haut placés appartiennent au lias, ceux qu'on trouve au-dessous d'eux, c'est-à-dire dans la partie la plus basse de ces escarpements et plus près des roches pyrogènes, doivent appartenir à des formations plus anciennes.

A Campione, les calcaires retournent au bord du lac, et on les voit au nord de ce village plonger en couches puissantes fortement inclinées vers le N.-N.-O. Vers Caprino ensuite, on dirait qu'elles prennent une inclinaison contraire et qu'elles plongent un peu vers le S.-S.-E., comme il paraît qu'il arrive aux couches également calcaires qui sont au bord septentrional du lac entre Castagnola et Viganello, couches qui paraissent la prolongation de celles qui viennent de Gandria, Sainte-Mamette et Portezza, toujours sur la rive septentrionale de cette branche du lac dirigée à peu près de l'O. à l'E. qui va de Lugano à Portezza.

On a cru longtemps que ces calcaires, ainsi que ceux du *San-Salvatore*, étaient jurassiques; mais à présent les géologues qui les ont le plus étudiés pensent, à cause des fossiles qu'on y a retrouvés, qu'une grande partie au moins appartient à des formations plus anciennes; et en effet la *Chemnitzia scalata*, la *Myophoria vulgaris*, qui ont été retrouvées à Riva San-Vitale dans une dolomie, et même, je crois, au *San-Salvatore*, indiqueraient que la formation du muschelkalk ne manque point ici, existence qu'on pourrait même soupçonner sans l'assertion de la présence de ces fossiles

dans cette dernière localité, si l'on faisait seulement attention à la position de San-Salvatore, précisément dans la zone plus septentrionale des calcaires que nous avons indiqués à partir du lac Majeur, zone qui a son prolongement vers le lac de Como et la val Sassina où l'on a constaté la présence du trias et du *zechstein*, et la superposition immédiate de ses dolomies sur les représentants du grès rouge.

Le monte San-Salvatore, situé directement au midi de Lugano, dans la presqu'île qui va de cette ville à Morcote, surgit presque à pic, sur le bord du lac ; la grande route qui va à Melide, et ensuite à Capo di Lago et à Como, en longe le pied oriental, et laisse voir clairement la structure non-seulement de cette montagne, mais aussi de celle de toute la presqu'île du côté de l'E., si de Melide on quitte la grande route pour se diriger vers Morcote.

En sortant de Lugano, on voit pendant quelque temps, jusque peu après l'endroit appelé Paradiso, le schiste micacé en couches assez inclinées vers le S. On trouve ensuite, au-dessus de ce schiste, un ensemble de couches d'agrégats fortement redressées qui inclinent aussi à peu près vers le S. Ces agrégats, ordinairement d'une couleur rougeâtre, et parfois gris et verdâtres, sont tantôt à grains fins et tantôt à éléments plus grossiers; ils contiennent d'assez nombreux cailloux de quartz blanc, ainsi que des fragments de roches pétro-siliceuses, rougeâtres et rarement noirâtres, qui paraissent être des cailloux de porphyre rouge, et quelques-uns même semblent appartenir au mélaphyre. Ils alternent avec quelques bancs un peu plus argileux, et on les suit pendant à peu près 200 à 300 mètres jusqu'à la pointe appelée San-Martino, où on leur voit succéder des bancs fortement redressés d'une dolomie jaune grisâtre, et de calcaires tantôt un peu subgrenus, tantôt semi-compactes, qui semblent s'élever jusqu'aux sommités de la montagne San-Salvatore, en se montrant inclinés à peu près vers le S. On traverse ces couches calcaires et dolomitiques pendant un demi-mille à peu près, observant toujours la même inclinaison ; mais bientôt après on la voit changer, et il paraît que les bancs prennent l'inclinaison contraire, c'est-à-dire qu'ils plongent vers le N., et arrivent toujours, autant qu'on peut le voir dans la stratification peu distincte des dolomies, jusque sur la sommité de la montagne, formant une espèce d'éventail ou bien de fond de bateau, ce qui pourrait indiquer : ou que les couches se sont déposées sur deux pentes opposées, ou bien qu'elles ont subi deux pressions latérales ; une du côté du N. qui est celle probablement occasionnée par le soulèvement de la chaîne des

Alpes; l'autre du côté du S., qui serait celle dépendante des roches pyrogènes qui sont à Melide, à Morcote et Brusino, et vers Cuasso et Ghirla dans la val Gana. Après les dolomies, on rencontre au-dessous d'elles une roche confusément agrégée et altérée, qu'on pourrait presque regarder comme une couche rapportable aux agrégats que nous avons trouvés de l'autre côté vers Lugano et San-Martino, passant au-dessous de ces mêmes dolomies, et que nous avons regardés comme analogues au grès rouge. Cette couche, qui se reproduit de ce côté méridional de la dolomie du San-Salvatore, semble indiquer par son inclinaison au N. que nous sommes ici sur l'autre bord du bassin allongé dans lequel se sont déposées les couches calcaires de San-Salvatore, ou bien que les soulèvements d'un côté des Alpes, de l'autre du massif pyrogène de la presqu'île de Morcote, ont porté au jour d'un côté et de l'autre cette roche d'agrégats inférieure dans ces localités à tous les calcaires et les séparant des schistes micacés.

Pour que la symétrie fût complète au nord et au sud des dolomies du San-Salvatore, il faudrait qu'immédiatement au-dessous des grès rouges nous pussions trouver les schistes micacés avec une inclinaison contraire à celle qu'ils ont près de Lugano; mais au S., quoique les schistes existent en abondance dans la presqu'île de Morcote, ils sont cependant séparés des grès et des dolomies par une masse puissante de porphyre quartzifère, suivie par le mélaphyre qui semble s'élever au milieu de lui près Melide, auquel succède de nouveau du porphyre quartzifère qui est flanqué à son tour par une masse considérable de schiste micacé qui s'étend jusqu'au bout de la presqu'île à Morcote, mais qui est à tout moment entremêlé dans le bas de filons et de dykes d'une espèce de porphyre quartzifère, euritique, parfois granitoïde, qui tantôt traverse, tantôt entame, tantôt enveloppe entièrement les masses de schiste et quelquefois se déverse sur elles. Ce schiste du bout méridional de la presqu'île de Morcote, qui prend aussi quelquefois l'aspect d'un gneiss, passe sur l'autre rive du lac entre Brusino, Arzisio et Porto, où il est aussi traversé par les roches pyrogènes, et au-dessus duquel s'appuient de nouveau l'agrégat rougeâtre, les dolomies, les schistes noirs triasiques et la série jurassique, que nous avons signalés de Brusino, Arzisio à Meride (fig. 4).

Mais si de Brusino, Arzisio à Meride, nous avons pu distinguer les différentes assises qui composent les montagnes des environs, il n'est pas possible d'en faire autant dans les couches du Salvatore où tout est profondément modifié et souvent changé en do-

lomie ; mais, considérant la série complète des formations qui composent les montagnes voisines et desquelles il est la suite, il est très probable qu'il en comprenne la plus grande partie, et qu'ainsi on doive penser qu'au lieu d'appartenir entièrement à la formation jurassique, une grande partie de ses dolomies est attribuable aux dolomies triasiques et même peut-être aux dolomies inférieures, c'est-à-dire aux dolomies, selon M. Omboni, du *zechstein* ou calcaire permien, dolomies que nous verrons sur son prolongement au bord occidental du lac de Como, près la Gaeta et Nobiallo, et sur le bord oriental vers Bellano, comme nous verrons dans un endroit et dans l'autre le grès rouge du pied du Salvatore représenté par des agrégats analogues que les géologues suisses ont appelés *verrucano*, et que M. Omboni rapporte au grès permien, grès qui des environs de Bellano se prolonge et se développe grandement vers l'E., dans la val Sassina, et plus encore dans les vallées Bergamasques, du Brembo et du Serio, comme vers l'ouest des montagnes de Lugano nous l'avons vu à Bedero, sur le lac Majeur, et plus loin encore vers la Sesia, au monte de la Colma, et dans les environs de Casa del Bosco, non loin de Gattinara.

Ce serait avec raison que M. Omboni fait aux géologues suisses le reproche d'avoir donné le nom de *verrucano* aux grès et anagénites de la Gaeta et de Bellano, si réellement ces géologues partaient de la supposition que ces grès correspondent à la division du *buntersandstein ;* mais, si en admettant leur ressemblance minéralogique au *verrucano*, ils adoptaient aussi pour ces grès, comme on peut le croire d'après la carte et les mémoires de M. Escher, la même position géologique que celle du véritable *verrucano*, il n'y aurait rien à redire, à moins qu'ils ne voulussent encore faire descendre ce groupe dans le carbonifère ; car en effet il paraît que le véritable *verrucano* toscan correspond réellement au *rotheliegende*, c'est-à-dire à la formation immédiatement supérieure au terrain carbonifère. En effet, à Jano que j'ai visité tout dernièrement, j'ai pu m'assurer qu'il y avait à faire la distinction entre plusieurs assises, et que si réellement la partie inférieure des terrains de cette localité, c'est-à-dire cette masse de psammites noirâtres, un peu schisteux, avec anthracite, sulfure de mercure, plantes et fossiles du terrain carbonifère, appartient à cette formation, la couche d'agrégats quartzeux, de grès rougeâtres, etc., le véritable *verrucano* enfin tel qu'il est caractérisé à la Verruca, dans le monte Pisano, dans les montagnes de Carrare, dans les Apennins liguriens, dans les Alpes maritimes, lui est décidément

supérieur, et ne contenant ni les plantes ni les fossiles du terrain carbonifère à lui inférieur, peut être mis en parallèle avec le grès rouge, *rotheliegende*, qui est le terrain immédiatement supérieur au terrain carbonifère ; à ce *verrucano*, dans certaines parties de la Toscane, on voit superposées des couches appartenant au trias, de manière que les conglomérats des pieds du Salvatore, ceux de la Gaeta de Bellano et une grande partie de ceux de la val Sassina, peuvent bien être appelés *verrucano* comme représentant le grès rouge, et être regardés comme supérieurs au terrain carbonifère, parce que telle est aussi la véritable position du verrucano de la Toscane, même à Jano, où l'on a trouvé des fossiles carbonifères dans les couches qui lui sont immédiatement inférieures, ce qui a permis de déterminer l'âge de ces couches inférieures, mais où il est néanmoins difficile d'assurer que les conglomérats ou anagénites supérieurs en font partie, et où on doit les regarder plutôt comme faisant partie du terrain qui suit immédiatement le terrain carbonifère.

Je me suis permis cette petite digression sur les conglomérats de la Toscane appelés *verrucano*, analogues à ceux des bords du lac de Como, parce que depuis longtemps ayant émis, pour les conglomérats de la Ligurie et des montagnes de Carrare qui leur sont identiques, l'opinion qu'ils représentaient le trias et même une portion probablement du grès rouge, je tenais à constater que cette opinion venait d'être confirmée par les fossiles trouvés, soit inférieurement à eux en Toscane, soit dans les couches qui en font partie ou qui leur sont superposées en Lombardie, où se présentent véritablement les mêmes successions de couches que dans certaines parties des Apennins, de la rivière du Ponent, telles qu'à monte Galet, Rocca Barbena, aux environs d'Ormea et de Garessio, de Finale, etc., et surtout dans les vallées de la Roja et de la Tinea. Du reste, j'avais été conduit dans le temps à adopter cette opinion par l'examen des couches de cette nature, qui d'un côté s'appuient dans le département du Var sur le massif cristallin des Maures, et en partie de l'Esterel où il y a tant de phénomènes qui ont de la ressemblance avec ceux du lac de Lugano, et qui avaient été classées sans aucune hésitation dans le trias et une partie avec quelque doute dans le grès rouge, et de l'autre côté, au pied méridional particulièrement et tout autour d'une espèce d'ellipsoïde qui constitue le noyau ou la partie centrale des Alpes maritimes, depuis le col de Tende jusqu'aux environs du col de l'Argentière, contrées dans lesquelles on peut reconnaître (à part les roches organiques qui sont très rares et peu reconnaissables)

les mêmes couches de conglomérats, de grès et d'argiles un peu schisteuses (vallées de la Vesubia, de la Tinea et de la Roja), avec quelques calcaires qu'on voit aussi dans le département du Var avec des fossiles caractéristiques de l'époque du trias, formant une espèce de demi-cercle tout autour du massif de roches schisteuses, cristallines, et de roches porphyriques qui, des environs de Toulon et d'Hyères, s'étendent le long de la Méditerranée jusqu'auprès de Cannes.

Mais en revenant aux environs de Lugano, on peut démontrer aussi que les couches du Salvatore appartiennent probablement aux formations inférieures du Jura, par la réflexion qu'elles sont pour ainsi dire la continuation des couches de Castagnola et de Portezza qui sont la continuation d'une partie de celles de Nobiello sur le lac de Como; car celles-ci se trouvent inférieures aux schistes noirs de Bene, rapportés, à cause des fossiles qu'on y a trouvés, au groupe de Saint-Cassian qui est lui-même ou la partie supérieure du trias, ou la partie tout à fait inférieure du lias et du Jura, et partant elles doivent être placées au moins dans le trias, et par conséquent celles du San-Salvatore doivent occuper pour le moins la même position.

Si sur les bords du lac de Lugano la distinction entre les différentes formations n'est pas bien claire à cause des modifications survenues dans les couches, ou bien de l'absence de quelques-uns de ces bancs caractéristiques qui servent comme point de repère, en s'avançant vers l'E. et en s'approchant des bords du lac de Como, il paraît qu'il y a un plus grand développement des formations et qu'il commence à devenir plus facile de les distinguer. Ainsi, sur le bord occidental de ce lac de San-Abbondio, où finit le schiste micacé, marchant au S. vers Menaggio, et ensuite vers la Tramezzina, on rencontre d'abord une suite nombreuse de couches d'anagénites, de grès grisâtres, de schistes, dans lesquels on trouve du fer hydroxydé, des poudingues rougeâtres avec cailloux de quartz et de roches pétro-siliceuses porphyriques, assez souvent alternantes entre elles, qui doivent être rapportées au *verrucano* ou grès permien. Ces couches sont recouvertes par une masse puissante de dolomie inclinant au S.-O., qui pourrait être la dolomie inférieure ou le *zechstein*, laquelle est suivie par un banc d'un schiste rougeâtre, lie de vin, qui est lui-même suivi à Nobiallo d'une masse de gypse subgrenu, grisâtre, auquel succède de nouveau du calcaire noirâtre et peut-être en partie dolomitique. Malheureusement dans les schistes rougeâtres qui accompagnent le gypse et dans les calcaires qui le suivent, nous n'avons

point de fossiles pour pouvoir prouver définitivement l'opinion que cette suite de couches supérieures à la masse dolomitique inférieure de la Gaeta en est une chose séparée, et que nous avons dans ces couches un représentant du trias. Je le croirais cependant, et je bornerais la présence du *zechstein* à la dolomie qui est à la Gaeta, c'est-à-dire plus au N. que le gypse et que le schiste rougeâtre, et je rangerais dans le trias ce schiste rougeâtre, ce gypse et tous les calcaires qui lui sont supérieurs, jusqu'aux schistes noirs qui *sont sur les* hauteurs de Croce, et qui formeraient les *schistes du groupe* de Saint-Cassian. Seulement, les calcaires noirs en couches peu épaisses et les calcaires blanchâtres dolomitiques, qui sont au sud de Menaggio sous le rocher de San-Martino, pourraient encore appartenir à la formation du *zechstein*, constituant un massif isolé qui supporterait (sur les escarpements du monte Crocione) peut-être avec quelque intermédiaire les schistes noirs qu'on voit à peu près à la hauteur moyenne de la montagne, et qui à l'O. descendent à Bene vers le lac del Piano, et à l'E. se représentent presque à l'extrémité nord de l'espèce de presqu'île qui est entre le lac de Como proprement dit et le lac de Lecco, dans laquelle, au midi du promontoire de Bellagio (qui est jurassique), ils ont été étudiés avec leurs fossiles caractéristiques à Guggiate où ils se montrent au-dessus des gypses et des calcaires-marbres de Limonta, et s'immergent au-dessous de la masse de calcaire jurassique du monte San-Primo, qui est pour ainsi dire le point culminant de cette presqu'île, et qui présente au N., c'est-à-dire vers le lac, ses escarpements (recouverts assez souvent de nombreux blocs erratiques), comme le monte Galbiga présente les siens vers l'espèce de dépression courant E.-S.-E. à O.-N.-O., qui de Menaggio va au lac del Piano, et ensuite, s'infléchissant dans le sens de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., se dirige de ce lac à Portezza, et constitue ensuite la branche du lac de Lugano dirigée dans le même sens qui va de Portezza à Lugano même, dépression que suit la grande route de Menaggio à Portezza, et dont le point culminant ne paraît que bien peu élevé au-dessus du niveau du lac de Lugano, tandis qu'il a une élévation un peu plus considérable au-dessus de celui du lac de Como. Cette dépression paraît suivre la direction et se tenir sur la tête des couches très inclinées de calcaires noirâtres partagés en bancs assez minces, qui se trouvent entre la masse dolomitique inférieure de la Gaeta et les schistes noirs de San-Cassian, de Bene, enclavant à Barna le même gypse qu'à Nobiallo.

Du monte San-Primo, les couches jurassiques viennent des-

cendre vers l'extérieur des Alpes, en formant des ondulations qu'on traverse en parcourant la val Sassina jusqu'à la dépression longitudinale occupée par les lacs d'Alserio, Pusiano et Annone ; de même du Galbiga et du Generoso, elles descendent aussi vers l'extérieur ; mais leur inclinaison n'est pas constante vers le même point de l'hémisphère méridional, à cause de la sinuosité partielle de la ligne de direction de ces couches, sinuosité probablement occasionnée par la protubérance du massif de roches pyrogènes qui bordent une partie du lac de Lugano.

Le développement des formations inférieures au Jura est encore plus marqué sur la rive orientale du lac de Como. En effet, de Bellano à Varenna, on a une telle succession de couches qu'on a pu y constater la présence de bancs de conglomérats et de grès diversement modifiés appartenant au grès rouge, de dolomies inférieures, d'une suite d'assises de grès, calcaires et argiles représentant le trias, et enfin des schistes noirs appartenant probablement ou au groupe de Saint-Cassian ou au lias, toutes assises qui peuvent se voir dans un espace assez restreint. C'est la situation dans ces parages et dans ceux de la val Sassina de la dolomie inférieure au-dessus des anagénites du grès rouge et au-dessous du trias complet qui a déterminé les géologues lombards, et il me paraît avec beaucoup de raison, à la regarder comme le représentant du *zechstein*, et c'est aussi en partant de cette considération, malgré l'absence des fossiles, que dans cette note j'ai toujours classé ces masses dolomitiques que j'ai trouvées au-dessus de certaines anagénites analogues au verrucano et au grès rouge, et en dessous de quelques indices du trias, comme appartenant au *zechstein*.

Cette série de couches qui se présente sur les bords du lac à Bellano, et qui est dans cette localité restreinte à une petite étendue, acquiert une puissance bien plus considérable, si l'on entre dans la val Sassina où coule à peu près du S.-E. au N.-O. la Pioverna, petite rivière qui se jette dans le lac de Como au sortir de l'étroit défilé qu'on appelle l'*Orrido di Bellano*. Si l'on entre dans cette vallée et qu'on la remonte en suivant le lit du torrent, on marche presque toujours jusqu'à Introbbio sur des couches de conglomérat rouge et de grès permien qui s'appuie assez souvent vers la berge droite, c'est-à-dire orientale de la vallée, sur des schistes micacés et des espèces de gneiss ; mais, si l'on s'élève de la vallée sur les montagnes qui sont entre elle et le lac de Como, dans le sens du N.-E. au S.-O. à peu près, c'est-à-dire si l'on gravit les montagnes qui forment la berge gauche ou occidentale

de la val Sassina à la hauteur à peu près de Parlasco, on trouve au-dessus du grès rouge une masse assez puissante de dolomie inférieure (*zechstein?*), puis au-dessus d'elle des grès, des argiles, des calcaires et des marnes verdâtres avec des schistes rapportables au trias, et enfin sur les sommités on voit les couches jurassiques qui ont une assez grande puissance, et cette succession de roches se rencontre toujours sur le flanc gauche de la vallée jusqu'à Introbbio, tandis que sur la droite, près de Taceno, on voit seulement la dolomie inférieure reposer en une masse qui n'est pas très *considérable* au-dessus du grès rouge, et plus loin, c'est-à-dire *plus vers le* S., non loin de Cortabbio et de Prima Luna, le grès rouge est interrompu par un massif de roches pyrogènes et de gneiss, et de micaschistes qui forment les cîmes du monte di Grella qui percent pour ainsi dire au milieu de la zone un peu sinueuse du grès permien que nous venons de voir se développer dans toute la basse val Sassina, et qui à l'est d'Introbbio passe, en tournant plus facilement vers l'E., dans les hautes vallées du Brembo et du Serio, où elle se développe encore davantage, d'après MM. Curioni, Omboni, Escher, etc., mais où je n'ai pas encore été la visiter.

Que si arrivés à Introbbio on remonte encore la vallée de la Pioverna, qui au midi de ce pays a une direction plus marquée du S. au N., on trouve l'étroit défilé appelé le *Ponte del Chiuso*, où l'on voit très distinctement la superposition des différentes formations que nous avons successivement indiquées. D'abord on a le conglomérat et le grès rouge qui est au nord de ce défilé, et qu'on voit très étendu et assez élevé sur la gauche de la rivière, tandis que sur la droite il y a une moindre puissance. Auprès du pont, on voit des deux côtés de la vallée, reposer sur le grès rouge et avant une assez forte inclinaison vers le S.-O., une masse de calcaire grisâtre dolomitique, à laquelle sont superposés des bancs assez minces d'un calcaire noir, tantôt compacte, tantôt presque subcristallin, traversé de veines spathiques, lesquelles masses calcaires constituent ensemble la partie rapportable au *zechstein*, puis au-dessus, vers Bajedo et Pasturo, sur la rive gauche, mais plus encore sur la rive droite, vis-à-vis de ces villages, où s'élargit grandement la vallée, on reconnaît des espèces de grès, puis des calcaires un peu terreux avec des nodules plus compactes, puis des marnes argileuses, tantôt rougeâtres, tantôt verdâtres, qui forment le groupe du trias. Ces marnes s'étendent assez dans l'espèce de large vallée que parcourt la Pioverna supérieure, et il paraît que ce ne sont que les crêtes les plus hautes au-dessus de Barzio d'un

côté et de Pasturo de l'autre qui sont formées par les calcaires jurassiques, tandis que les collines qu'on voit dans cette espèce de bassin et qui ont l'aspect de terrasses sont bien couronnées et nivelées par les terrains erratiques; mais leur charpente est formée par les couches argileuses assez inclinées du trias, sur les têtes desquelles s'est étendu le terrain erratique.

Plus au S. qu'Introbbio et le ponte del Chiuso, les grès permiens et le zechstein ne se laissent plus voir; il n'y a que le trias qui se montre encore quelque temps dans la vallée supérieure de la Pioverna, où, en haut, il cède la place à des calcaires qui doivent être rapportés au Jura. Mais, tandis que les premiers ne reparaissent plus, le trias, au contraire, se représente encore dans des espèces de petits cirques ou dans des dénudations qui sont en dehors de la grande zone permienne suivie de la zone triasique qui longent le pied de la chaîne cristalline du Legnone et des montagnes qui courent entre la Valtelline et la tête des vallées du Brembo et du Serio. Car, en effet, on voit d'abord des traces de la formation triasique auprès d'Esino, au centre d'une espèce de cirque jurassique formé par les crêtes qui sont entre la val Sassina et la vallée qui descend à Varenna, ainsi que par celles qui sont entre cette vallée d'Esino et le lac de Como. On en voit de même quelques traces au milieu de la val Neria qui descend vers Mandello, où l'on dirait que le trias vient au jour à cause d'un soulèvement partiel au milieu d'une espèce de cavité formée par la rupture des couches calcaires, qui, après avoir incliné, le long du lac, de Varenna à Lierna, vers le midi, se relèvent ensuite en inclinant vers le N., laissant voir vers Mandello et vers Abbadia, dans l'intérieur de la vallée, les couches plus anciennes qui, du côté du sud de ces mêmes vallées, sont de nouveau recouvertes par les calcaires jurassiques, qui paraissent près d'Abbadia plonger encore au S. pour se relever de nouveau en inclinant au N. avant d'arriver à Lecco, où, plus au S. que cette ville, il y a encore des traces, ou du trias, ou des schistes du groupe de Saint-Cassian, vers la vallée du Galdone, terrains qui sont enfin recouverts par les calcaires jurassiques des montagnes assez hautes qui se rattachent au *resegon de Lecco*.

Ces montagnes, en continuant vers l'E., suivent la ligne de partage des eaux entre la Pioverna, qui va vers le N., et un des affluents de la rive droite du Brembo, qui va vers le S., dans la vallée duquel, vers Zogno, comme aussi dans la vallée de Taleggio et dans la val Imagna, se voient des schistes rapportables au groupe de Saint-Cassian, et même dans un point des couches plus anciennes.

Ces cirques ou espèces de bassins dans lesquels on voit venir au jour, en dehors de la zone principale qui longe le pied de la chaîne cristalline du Legnone, etc., ou le groupe de Saint-Cassian, ou une partie du trias, sont assez fréquents dans la vallée du Brembo; il paraît qu'il y en a aussi dans la val du Serio, et ils continuent à se représenter encore plus loin même sur la gauche de l'Adiga ou les environs de Recoaro; ceux de Cima-d'Asta, vers la val Sugana, en fournissent des exemples bien complets, puisque dans ces cirques, outre la formation triasique et peut-être même le *grès rouge ou le* zechstein, on voit en dessous d'eux les schistes micacés tous traversés par des filons de roches pyrogènes.

On peut ensuite déduire de la position de ces cirques que là où les formations secondaires plus récentes, en dehors de la zone permienne et triasique du pied de la chaîne cristalline, ont acquis une grande largeur, il y a au milieu d'elles des points de soulèvement partiels, coordonnés probablement avec celui de la chaîne principale, où les couches sédimentaires du trias et d'autres plus anciennes paraissent sous des formations jurassiques qui les entourent, comme il arrive dans les cirques de l'ordre plus complet de soulèvement de la chaîne du Jura, où le keuper et le muschelkalk se voient quelquefois dans le fond des cirques dont le contour est constitué par les différentes assises jurassiques.

Ces idées de la présence des terrains triasiques et même permiens au pied des Alpes, dans les vallées Bergamasques et dans les environs de Come et du lac Majeur, qui ont été longtemps combattues par les géologues d'une école qui ne voulait voir dans les Alpes que des terrains jurassiques, sont, à présent, appuyées sur tant de faits, qu'elles paraissent presque incontestables, et doivent aussi, de nécessité, porter un changement aux idées qu'on avait sur certains schistes micacés du même pied des Alpes, qui, pour ces géologues, étaient aussi des couches jurassiques modifiées. En effet, puisque la partie de ces schistes qui s'étend au pied des Alpes est évidemment inférieure au terrain triasique et à ce terrain de conglomérats, qui est probablement permien, il en résulte qu'au moins dans les régions de la Sesia, du lac Majeur, des lacs de Lugano et de Como, ainsi que plus loin vers l'E., on doit regarder ces schistes micacés comme des couches paléozoïques métamorphosées, et non pas comme des schistes jurassiques, ce qui pourrait même conduire à croire qu'un grand nombre de massifs de calcaires ordinairement saccharoïdes qui semblent enclavés dans les schistes micacés depuis le lac de Como à Dongo, sur le lac Majeur au Mergozzo, dans la vallée de la Strona à Massiola, dans la

vallée de la Sesia derrière *pied de Cavallo*, au lieu d'appartenir à la formation jurassique, appartiennent au contraire, comme les schistes qui les entourent, à des formations paléozoïques, à moins que ces calcaires ne soient une chose tout à fait séparée des schistes que nous avons vus au-dessous des conglomérats rouges, et qu'ils ne soient là, dans les localités que nous avons indiquées, que comme dans une suite de bassins séparés et superposés à ces mêmes schistes.

Jusqu'à présent, dans la courte description des courses que j'ai pu faire dans le plus bas chaînon de montagnes, depuis la vallée de la Dora, près d'Ivrée, jusqu'au lac de Como, je n'ai parlé que des roches sédimentaires en faisant seulement allusion à la présence des roches pyrogènes, là où elles étaient en connexion avec des bancs de sédiment. Il me reste à dire quelques mots sur ces roches pyrogènes et sur leurs relations.

Ces roches sont de différentes espèces : nous avons, en effet, des serpentines, des granites, des porphyres quartzifères, des mélaphyres, des diorites et des syénites.

Les serpentines occupent bien peu de place dans les chaînons de montagnes que j'ai parcourus ; car, dans ce premier échelon des Alpes, d'Ivrée au lac de Como, je ne les ai vues que du côté de Biella, à l'ouest de la vallée de l'Oroppa, où elles forment des petits massifs isolés au milieu d'une espèce de schiste micacé et à côté d'une masse de mélaphyre, roche qui, pour ainsi dire, ne paraît prendre une certaine importance et acquérir une plus grande étendue que lorsque cessent les serpentines ; car, en effet, plus à l'ouest d'Ivrée, où les serpentines prédominent, le mélaphyre ne se montre plus en aucun endroit.

Dans ces environs de Biella des serpentines sont indiquées par M. Sismonda en petits massifs filant vers le N. ; car on n'en voit plus que dans le haut de la vallée de la Sesia, à Scopa, Scopello et Boccorio (où je croirais cependant que les masses indiquées sont plutôt des diorites, car je n'ai pas réussi à y voir d'autres roches), et ensuite dans la haute vallée du Tesin, d'où elles passent dans la vallée de Chiavenna et dans la Valteline. Ces petits massifs de serpentine de la vallée de l'Oroppa paraissent dirigés dans le sens du S.-O. au N.-E. Les schistes qui les enclavent prennent un aspect talqueux verdâtre et sont traversés par de nombreux filons de quartz.

Quoiqu'assurément de la même époque que les autres serpentines des Alpes, ces petits massifs se trouvent en dehors de la grande traînée des roches ophiolitiques, qui, des environs du mont Viso, file soit au pied des Alpes, au bord de la plaine du Piémont,

sait dans leur intérieur, dans les vallées de la petite Dora, de la Stura et de la Dora Baltea, vers le mont Rosa, où il y en a une masse considérable. Ces petits massifs serpentineux des environs de Biella et de la haute vallée de la Sesia sont séparés de la traînée principale, que nous venons d'indiquer ci-dessus, par le remarquable contre-fort dirigé du N. au S. qui commençant à s'élever aux montagnes, entre Ivrée et Biella, borde d'abord du côté de l'E. le cours inférieur de la Dora Baltea, puis la vallée de Gressoney, et va se rattacher au mont Rosa, montagne au nord de laquelle la chaîne principale des Alpes prend une direction très marquée S.-N., qu'elle conserve jusqu'aux environs du Gries, et qui est la continuation de la direction de ce contre-fort, qu'on dirait ne former avec elle qu'une seule chaîne presque perpendiculaire à la direction générale des grandes Alpes.

Ce contre-fort remarquable et cette portion de la chaîne centrale, qui, sur leur versant oriental, embrassent les têtes de nombreuses vallées assez considérables dirigées à peu près de l'O. à l'E., lesquelles vont tomber ensuite dans de plus grandes vallées dirigées N.-S., telles que la val Formazza et une partie de celle de la Sesia, tandis que, sur leur versant occidental, ils ne donnent origine qu'à des ravins, d'un très bref parcours, dirigés de l'E. à l'O., qui tombent bientôt dans les grandes vallées dirigées à peu près dans le sens du méridien, telles que la vallée de Gressoney et celle de Saas, ce contre-fort et cette portion de la chaîne centrale, dis-je, étant à peu près dirigés comme les traînées de serpentinei qui vont du mont Viso au mont Rosa, pourraient en partie devoir leur élévation à la sortie de cette roche. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que ce contre-fort paraît être la limite au delà de laquelle à l'occident ne passent point les porphyres quartzifères et les mélaphyres du pied méridional des Alpes.

Si la serpentine est dirigée à peu près S.-S.-O., N.-N.-E., ou bien même S.-O., N.-E., le mélaphyre, au contraire, dont on voit les premières traces vers Graglia, paraît plutôt dirigé de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-O.; à son contact dans la montée de l'Oroppa, les schistes micacés prennent un aspect rougeâtre et paraissent très désagrégés. Quoiqu'il ne soit pas loin des massifs de serpentine que nous avons indiqués dans cette même localité, il m'a été impossible de voir quels en étaient les rapports avec ces ophiolites, et de dire s'il est antérieur ou postérieur à cette roche. Dans cette localité du pied des montagnes de l'Oroppa, le mélaphyre a souvent l'aspect un peu bréchoïde; on y voit des cristaux très marqués de feldspath, et parfois il ressemble assez à certaines variétés

terreuses de porphyre rouge. De la rive droite du torrent de l'Oroppa, il passe sur sa gauche, à la hauteur à peu près de Sagliano, et va dans la rivière du Cervo, dans laquelle débouche ce torrent. On en voit ensuite quelques mamelons à l'E. d'Andorno, et ensuite derrière Mosso et plus vers Crevacuore.

Ces environs de Biella présentent une variété considérable de roches pyrogènes; car dans le bas, près de la ville, il y a des traces de granite sur l'une et sur l'autre rive du Cervo; puis on rencontre des diorites, qui se montrent à côté du granite, et ensuite les serpentines et les mélaphyres, dont nous avons déjà parlé; et plus au N. que la chapelle de l'Oroppa, dans les montagnes qui le dominent et à la tête du vallon, qui coule au pied de l'église, commence une masse très considérable d'une syénite grisâtre, qui fournit des matériaux à une exploitation très étendue. Cette syénite a le feldspath gris blanc, quelquefois légèrement rose, et l'amphibole vert noirâtre; parfois, dans la vallée du Cervo, on en voit des portions porphyriques avec d'assez larges cristaux de feldspath. Cette masse syénitique, qui occupe les deux berges de la plus grande partie de la vallée du Cervo, à partir de Sagliano jusqu'à Rosazza et monte Asinaro, concourt à former les hautes montagnes qui entourent la partie la plus haute de la vallée de la Sessera, et qui sont déjà pour ainsi dire en dehors du massif plus bas des montagnes, auxquelles j'ai borné mes observations.

Mais en se tenant dans les basses montagnes ou hautes collines qui sont au S. de Mosso Santa-Maria, vers Masserano, la roche qui prédomine, c'est le granite, souvent très décomposé et ne contenant pas de masses solides qui en forment de grands noyaux. Ce granite, qui des environs de Mosso passe ensuite dans la vallée de la Sesia, de Borgo Sesia à Varollo, est ici, c'est-à-dire dans les collines de Masserano et de Croce de Mosso, d'une couleur généralement grisâtre; parfois cependant il devient rougeâtre, et il subit de telles modifications qu'il est bien difficile de dire où commence le porphyre quartzifère et où finit le véritable granite; car il arrive, dans les environs de Masserano, qu'il y a un passage remarquable entre l'une et l'autre de ces roches. En effet, la pâte pétrosiliceuse du porphyre, de compacte qu'elle est ordinairement, devient peu à peu presque grenue, ou du moins composée en grande partie de lamelles cristallines, et prend grossièrement l'aspect granitoïde passant au granite, s'il s'y mêle une certaine quantité de quartz et de mica, ou passant à la syénite s'il y a de l'amphibole, de manière qu'on est tenté de ne voir, dans ces roches de Fleccia et de Masserano, c'est-à-dire dans ces granites et

dans ces porphyres, qu'une seule et même formation, dont les roches n'ont subi des variations de forme qu'à cause peut-être des diverses manières de refroidissement et de fusion par lesquelles ces masses sont passées. De la même manière que le porphyre quartzifère se lie au granite, il se lie aussi à certaines roches pétro-siliceuses rougeâtres compactes, presque sans aucun cristal isolé au milieu d'elles, qui se voient vers Borgo Sesia et dans le massif de collines, qui est entre Crevacuore et Gattinara, où les porphyres rouges quartzifères ont une grande étendue. Souvent il y a de telles variétés pétro-siliceuses qu'on dirait une pâte qui a été fondue, et dans laquelle se sont développées des parties globulaires qui, dans leur intérieur, laissent entrevoir une lointaine tendance à une cristallisation confuse et parfois à une véritable vitrification.

Je serais donc tenté de ne voir dans tous ces granites, dans ces porphyres quartzifères et dans ces roches pétro-siliceuses qui se montrent si abondamment dans les collines, qui s'étendent de Croce de Mosso et de la droite de la Sessera depuis Fleccia vers la plaine, qu'une seule et même formation; je serais aussi tenté de regarder, comme y appartenant, une certaine roche feldspathique à pâte tantôt plus grenue, tantôt plus compacte, gris blanchâtre et grisâtre, avec de nombreux cristaux de mica hexagonal et d'amphibole, ainsi que probablement quelques grains de quartz, et lardée parfois de plus gros cristaux de feldspath blanchâtre probablement albite, qu'on exploite à Roncio-Grande, près Masserano, comme aussi non loin de Roasio, et qu'on trouve même le long d'un petit torrent affluent de la Ghiara, près Castelletto Villa, tout entourée de porphyre quartzifère rougeâtre et de roches pétro-siliceuses auxquelles elle semble faire passage, lorsque, vers sa partie extérieure, sa pâte, de cristalline qu'elle était, devient compacte, et dont on dirait qu'elle forme le noyau central.

Cette roche a une très grande ressemblance avec la roche feldspathique qui se trouve aux *pierres bleues*, dans les basses montagnes qui environnent la rade d'Agay, au sud du groupe de l'Esterel, dans le département du Var (qui a été nommée, je crois, par M. Coquand, le porphyre bleu), et qui a un peu l'aspect d'une espèce de trachyte ou de porphyre trachytique, comme l'avait d'abord caractérisée M. Élie de Beaumont; seulement je ne saurais voir dans les environs de Gattinara aucun fait qui prouve évidemment la postériorité de cette roche feldspathique aux porphyres rouges qui sont si abondants dans ces contrées, comme

M. Coquand croit que c'est le cas pour les porphyres bleus des environs de la rade d'Agay.

Du reste, la formation de porphyre de la droite de la Sesia passe aussi sur sa gauche, et se présente en masses très étendues au-dessous des terrains tertiaires et des calcaires secondaires, mais, au-dessus des schistes micacés qu'elle a traversés, dans le massif de collines qui s'étend de la gauche de la Valduggia vers la plaine à Romagnano, Bocca, Maggiora. Dans ces parages règnent presque toutes les variétés de porphyre que nous avons indiquées; cependant la variété granitoïde et celle que nous avons appelée porphyre bleu manquent presque tout à fait; mais, par contre, on y voit plus souvent des variétés dans lesquelles abondent des parties verdâtres, peut-être chloriteuses ou même amphiboliques, qui font soupçonner aussi un passage entre le porphyre quartzifère et les masses de mélaphyre qu'on rencontre assez souvent dans ce massif de collines, comme aussi de l'autre côté de la Sesia, c'est-à-dire sur sa droite, au milieu des masses de ce même porphyre quartzifère. Ces mélaphyres contiennent tantôt des cristaux de feldspath rose ou rougeâtre, comme ceux du porphyre (Molino di Ucerro, près Masserano, Orbello, près Casa del Bosco), ou bien en manquent absolument et ont tout à fait l'aspect d'une espèce de diorite ou de grunstein (sous l'ancien château de Romagnano) vert foncé et grenue, qui est divisée en masses presque prismatiques.

Il est bien difficile de se prononcer sur l'époque précise de la sortie des porphyres rouges par rapport aux différents calcaires secondaires qu'on voit dans ces cantons; car, tandis qu'à la montagne de Saint-Bernard de la Colma, on voit le porphyre recouvert par les calcaires dont il est séparé par une masse d'agglomérats qui contiennent des fragments de ce même porphyre, en d'autres endroits le calcaire en est tellement entouré (Sostegno, vers la chapelle de San-Rocco) qu'on est presque porté à croire que le porphyre est postérieur à ce même calcaire. Quant aux relations du porphyre rouge avec le schiste micacé, il est évident que le schiste est antérieur au porphyre; car, en beaucoup d'endroits, on voit ce dernier pénétrer au milieu du schiste, le traverser et se déverser même au-dessus de lui.

On a un exemple assez remarquable de ce fait dans les environs de Sorriso, village à l'ouest de Gozzano, dans la vallée de l'Agogna. Avant d'arriver à ce village, en venant de la Valduggia et de la montée de la Cremosina, après avoir longtemps marché au milieu de schistes micacés, qui sont parfois grenatifères, on parvient

à un endroit où, au milieu du schiste micacé, perce une masse irrégulière de porphyre quartzifère rouge-pâle, qui paraît presque argileux. Cette masse de porphyre n'arrive point dans cet endroit à traverser tout entier le schiste, mais elle s'en trouve recouverte et en partie entourée. Il existe cependant, entre le schiste et le porphyre (fig. 5), une zone ou bande d'une roche d'une autre nature qui accompagne et suit, pour ainsi dire en se moulant sur elle, la surface irrégulière du porphyre quartzifère. Cette roche est une espèce de mélaphyre violet, passant à un spilite et ayant des *parties bréchoïdes* : on dirait que c'est la roche d'emballage du porphyre, qui s'enveloppe en entier et le sépare du schiste micacé et dont une partie pourrait être même une décomposition ou altération de ce schiste.

Mais la localité où l'on voit les intersections les plus curieuses et les plus multipliées des filons de porphyres quartzifères et des schistes micacés, est dans la presqu'île de Morcote, sur le lac de Lugano, en allant de ce village de Morcote à Melide, où, dans l'espace environ de deux kilomètres, on voit le long de la nouvelle route au moins cinq ou six de ces filons. D'abord, au bout méridional de la presqu'île et près de Morcote, on voit une masse considérable d'un porphyre quartzifère euritique, qui prend même l'aspect d'une espèce de granite, traverser le schiste en plusieurs branches et en envelopper deux masses assez considérables; puis, après avoir pendant un certain temps cheminé sur du schiste, on rencontre encore un filon de ce porphyre quartzifère qui s'introduit obliquement à travers les couches de schiste mais n'arrive point à en traverser entièrement la masse. Après un petit espace, on trouve de nouveau deux filons de ce même porphyre qui traversent entièrement le micaschiste; et enfin, avant d'arriver à la grande zone de porphyre qui est près de Melide, on rencontre encore une masse assez considérable de ce même porphyre qui est toute enveloppée, excepté à sa base, par le schiste micacé qu'elle n'arrive point à couper complétement (fig. 4). Au delà, c'est-à-dire vers Melide, règne ensuite la masse plus considérable de porphyre rouge et de mélaphyre qui s'élève sur la montagne jusque auprès de Carona; ils se pénètrent réciproquement, de manière qu'en vérité il est difficile de dire laquelle des deux roches est postérieure à l'autre, et qu'on est presque tenté de croire, ou qu'elles sont contemporaines, ou que les sorties de l'une ou l'autre roche se sont renouvelées à plusieurs reprises, et qu'il y a des masses de mélaphyre postérieures au porphyre rouge,

comme il y a des masses de cette dernière roche qui sont à leur tour postérieures aux mélaphyres. Ce fait de la postériorité de certains filons, ou masses de porphyre quartzifère, se montre bien clairement sur la rive orientale du lac de Lugano, entre Bissone et Maroggia, où, au-dessous de la chapelle de Saint-Biaggio, on voit s'élever, du niveau du lac et monter sur la colline qui le surplombe, une bande de porphyre rouge quartzifère ayant un peu l'aspect granitoïde, qui traverse la masse de mélaphyre qui va de Campione à Maroggia. Ce filon de porphyre quartzifère s'élève ensuite bien plus haut que cette chapelle de Saint-Biaggio, et paraît être le même que celui que M. Studer a vu couper le mélaphyre bien plus en haut, c'est-à-dire le long de la route qui conduit de Melano à Rovio et à Arogno, filon de porphyre quartzifère dont il est difficile de nier la postériorité au mélaphyre qu'il traverse, à moins qu'on n'adopte l'opinion, qui d'ailleurs a beaucoup de probabilité, que les deux roches sont contemporaines, c'est-à-dire qu'elles passent de l'une à l'autre et qu'elles ne sont que des simples modifications d'une seule et même formation, comme il est de même probable que les nombreuses variétés de granite qu'on a indiquées en plusieurs endroits des bords du lac de Lugano et encore plus dans la val Gana et dans la val de Brinzio ne sont que des modifications particulières du porphyre quartzifère, auquel on les voit passer insensiblement par des nuances qui présentent successivement une plus grande compacité dans la pâte, et un plus ou moins grand développement des éléments qui le constituent.

Ce passage du porphyre quartzifère au granite paraît évident lorsqu'on parcourt, soit ces montagnes de la val Gana, soit celles des environs de Biella vers Masserano; car, quoique à la vérité, si on ne regarde que les deux variétés extrêmes de ces roches, il paraisse difficile de croire qu'elles passent l'une à l'autre, cependant, si on examine toutes les nuances intermédiaires, on reconnaît assez clairement ce passage, et il y a beaucoup de points où on ne saurait dire si c'est du porphyre ou du granite qu'on a sous les yeux.

Ainsi, les porphyres de Castelletto Villa et du lit de la Ghiara, ceux au nord et à côté de Masserano, prennent d'abord l'aspect granitoïde, et plus loin on les voit transformés en un véritable granite avec des cristaux d'albite qui ressemble presque au granite de Baveno, lequel est très bien caractérisé. De même, dans la val Gana et près de certains points des environs du lac de Lugano, le porphyre quartzifère devient tout à fait granitoïde après avoir

passé par beaucoup de nuances intermédiaires à pâte plus ou moins compacte et avec les éléments plus ou moins distincts, et en proportions relativement plus ou moins abondantes; et cela explique comment, sur les différentes cartes géologiques publiées par différents auteurs, on voit marqué chez l'un du granite, chez d'autres du porphyre quartzifère; car réellement on se trouve bien embarrassé à qualifier ces roches rougeâtres un peu cristallines de la val Gana, de Cuasso al Monte, etc., plutôt comme porphyre que comme granite, quoique pour moi je pense qu'elles tiennent plus du porphyre que du granite, et qu'elles sont de préférence une modification de la première de ces roches.

La variété extrême des roches d'épanchement de ces contrées du pied des Alpes, à laquelle on ne peut se refuser de donner le nom de granite, est le beau *migliaroso* rose ou blanc de Baveno et de Montorfano, près du lac Majeur, qui, quoique paraissant avoir une certaine liaison avec les porphyres quartzifères, en est cependant en certaines parties géographiquement séparé. Ce dyke de granite, qui commence près du lac du Mergozzo, et qu'on exploite comme granite blanc grisâtre au Montorfano, mais qui acquiert une belle couleur rose près Baveno, paraît dirigé à peu près du N.-E. au S.-O. Il traverse obliquement les montagnes de gneiss et de schiste qui sont entre le lac Majeur et le lac d'Orta, se montrant au monte Margozzolo, et entre Omegna et Agrano, d'où il reparaît sur l'autre rive, c'est-à-dire sur la rive occidentale du lac d'Orta, près de Cesara et de Pella, d'où, par la montagne de Notre-Dame del Sasso, il va rejoindre le massif granitique de la vallée de la Sesia, près Borgo Sesia (dont il ne serait qu'un appendice), massif qui se modifie, et se fond pour ainsi dire lui-même en roches porphyroïdes et granitoïdes, lorsqu'il s'approche des véritables porphyres de la vallée de la Sesseta vers Crevacuore et Borgo Sesia. Ce granite de Pella, qui est parfaitement identique avec celui de Montorfano et de Baveno dont il est la continuation, change d'aspect vers la Colma, comme le granite analogue des environs de Masserano et de Croce di Mosso, et devient tout à fait désagrégé, ou bien ses éléments perdent l'aspect cristallin et se fondent en une espèce de pâte assez compacte qui prend parfois l'aspect d'un porphyre, d'où il résulte qu'il est difficile de ne pas soupçonner avec un assez grand fond de probabilité que ce granite ou *migliaroso*, quoique séparé géographiquement par sa position et physiquement par son aspect, ne soit lui aussi congénère, ou au moins très lié à tous ces porphyres.

On pourrait même pousser plus loin ces soupçons d'une certaine liaison entre ces différentes roches; car la syénite même de la vallée d'Andorno, qui d'un côté se rattache aux granites de Biella, prend aussi en quelques points l'aspect porphyroïde, sa pâte devenant moins cristalline et plus compacte, et étant lardée de cristaux assez gros de feldspath qui paraît bien être de l'albite.

Pourtant la conclusion la moins sujette à contestation qu'on puisse tirer de tous ces faits, c'est que presque toutes ces roches ne sont probablement dans ces localités qu'une seule et même formation, et que leurs différentes variétés passent de l'une à l'autre, sans qu'on puisse précisément assigner à l'une plutôt qu'à l'autre une certaine antériorité d'existence; si cependant on devait réellement accorder la priorité à quelques-unes de ces roches, ce serait au granite qu'il faudrait l'attribuer. Dans cette dernière hypothèse, le porphyre rouge aurait traversé le granite, et aurait causé à son contact et par la réaction des deux roches toutes ces désagrégations et toutes ces modifications du granite observées en tant de points des localités que nous avons décrites.

Du reste, ces faits n'offrent rien de bien extraordinaire car, dans un très grand nombre de régions où se présentent le granite et le porphyre rouge, on voit les mêmes phénomènes, c'est-à-dire que non loin de leur contact il y a de telles modifications des deux roches qu'on ne peut guère dire à laquelle des deux on doit rapporter la masse qu'on a sous les yeux, comme aussi au contact du porphyre rouge le granite est très désagrégé. J'ai vu de très nombreux exemples de ces faits en Corse, surtout dans la partie occidentale, où des masses énormes de porphyre rouge traversent ou touchent des granites, et où, comme dans les montagnes de Biella, se trouvent de nombreux filons de diorite et d'autres roches amphiboliques. Ces faits mêmes se répètent en plusieurs endroits du département du Var, dans le groupe des Maures et de l'Esterel, régions qui ont tant de ressemblance par leur constitution géologique avec les environs de Lugano et du lac de Como, qu'il est extraordinaire que les géologues qui avaient étudié les deux pays n'aient pas en général jusqu'à présent fait ressortir d'une manière bien prononcée cette analogie, et n'aient pas en conséquence été guidés, par la détermination certaine des formations du département du Var, à soupçonner l'existence d'une partie au moins des mêmes formations au pied des Alpes lombardes où l'on trouve des masses de roches presque absolument identiques.

M. d'Archiac communique le mémoire suivant de M. Marcel de Serres :

*Des houilles sèches ou stipites des terrains jurassiques, et particulièrement du plateau de Larzac*, par M. Marcel de Serres.

Les stipites ou houilles maigres de l'Aveyron prendront probablement une assez grande importance industrielle, lorsque les chemins de fer de Lodève et de Rodez seront terminés. Ces voies ferrées relieront cette contrée montagneuse aux plaines du Languedoc et de la Provence qui jouissent maintenant de ces moyens rapides de communication. Les mines de stipite du nord d'un des départements les plus étendus de la France devront à ces moyens un écoulement plus facile des combustibles qu'ils fournissent à la consommation. On pourra alors en retirer un gaz propre à l'éclairage, dépourvu de tous les désavantages qu'il a présentés jusqu'ici, faute d'avoir été soumis aux procédés d'épuration connus aujourd'hui.

D'un autre côté, le coke que nous en avons retiré fournira un excellent combustible dont les bonnes qualités seront appréciées pour le chauffage de nos ateliers et de nos habitations, lorsque le prix du transport permettra de le mettre à la portée des consommateurs; aussi les houilles des terrains jurassiques du Rouergue ont depuis longtemps attiré notre attention, ainsi que celle de plusieurs géologues de nos contrées méridionales.

Nous les avons décrites, en effet, dans les mémoires de l'Académie de Bruxelles (1); plus tard, M. de Rouville a signalé, dans les procès-verbaux de l'Académie de Montpellier pour 1849, la particularité qui leur est propre, de renfermer quelques coquilles d'eau douce du genre des Paludines ; enfin récemment M. Reynès en a dit quelques mots dans sa *Notice géologique sur l'arrondissement de Saint-Affrique*, qu'il a lue dans la séance du 14 décembre 1857 de la section des sciences de l'Académie de Montpellier.

Les mines des terrains jurassiques du plateau de Larzac et de quelques points du département du Gard occupent un espace peu considérable; leur étendue ne dépasse guère 180 ou au plus 200 kilomètres, et sur cette surface à peine y a-t-il 60 kilomètres de concessionnés. Parmi les mines de houille exploitées sur la

(1) Tome XVIII des *Mémoires couronnés et des savants étrangers*, année 1856.

partie méridionale du plateau, ainsi que sur les versants nord et est, on en trouve peu où les travaux se fassent d'une manière régulière et continue; ce sont : la Cavalerie, propriété de M. Gervais ; la Liquisse, qui appartient à MM. Valibouse et Balitrand, et enfin les mines de la Nuéjols, exploitées par M. Veret qui en est le propriétaire.

Situées sur le sommet du plateau, ces mines sont à la fois les plus riches et les plus étendues. Les couches de stipite n'ont pas moins de 70 à 80 centimètres de puissance, tandis que celles de Saint-Georges-de-Lusençon ou de Céral et de la Liquisse n'ont guère plus de 45 centimètres. Leur épaisseur diminue ensuite d'une manière sensible ; on ne la trouve plus à l'Escurre que de 20 centimètres, à Creynels que de 12, et de 15 aux mines du Mas-Nau situé à 10 kilomètres environ au nord de la Cavalerie.

Les dernières, les plus pauvres, sont aussi celles où les couches, peu épaisses, ont la moindre étendue. Avant de décrire les gisements de ces différentes mines en détail, nous ferons remarquer que leur ensemble forme un système dont on peut considérer la Cavalerie comme le centre, en raison de son importance et de la puissance des couches de stipite qui y sont exploitées. Cette localité ne l'est pas cependant par sa position ; car elle est le point le plus méridional des formations houillères des terrains jurassiques. On n'en a pas du moins découvert au delà dans la direction du S.

On peut signaler, dans la partie septentrionale du même système et vers le N.-O., Saint-Georges-de-Lusençon ou plutôt Céral, et au nord Saint-Sulpice, Trèves et la Nuéjols qui appartient au même canton. Ces dernières mines, les plus éloignées de la Cavalerie, sont en même temps les points extrêmes de ce système dans la direction du N. On rencontre enfin dans la direction de l'E., en considérant la Cavalerie comme le centre, des couches de stipite à la Liquisse, et à l'O. celles de l'Escurre et de Roumengaus, les plus rapprochées du point central. Tel est l'ensemble du système houiller des terrains jurassiques de Larzac.

Étudions maintenant en détail ces différents points en exploitation, et commençons par le plus méridional.

Les houilles de la Cavalerie, situées sur le sommet du plateau de Larzac à une hauteur de 797 mètres au-dessus de la Méditerranée, se montrent enclavées dans les terrains oolithiques inférieurs (1). On voit cependant quelques lits de houille sèche au

(1) La hauteur moyenne du plateau de Larzac est de 770 mètres, élévation qui est peu dépassée par celle de la Cavalerie.

milieu des bancs des calcaires oxfordiens; mais leur épaisseur est si faible et leur continuité si souvent interrompue qu'on ne peut guère les utiliser. Les calcaires oolithiques inférieurs renferment des mollusques marins et des eaux douces, avec quelques débris de végétaux pour la plupart indéterminables. On y reconnaît des tiges, et même, à ce qu'il paraît, quelques vestiges de fougères, probablement d'espèces différentes de celles des véritables terrains houillers. Nous n'avons pas pu du reste nous en assurer, n'ayant eu l'avantage de rencontrer aucune trace de cette famille de végétaux.

Nous avons récemment observé, au milieu des couches de stipites de la Cavalerie, quelques espèces marines et lacustres dont le mélange donne un assez grand degré d'intérêt aux houilles sèches du plateau de Larzac.

Voici l'ordre de succession de ces couches, en partant de bas en haut :

La partie inférieure des terrains houillers jurassiques se compose de couches puissantes, calcaires, plus ou moins colorées et compactes, appartenant à la formation oolithique. Au-dessus de leurs masses se montre la houille sèche ou stipite, qui repose immédiatement sur des schistes alumineux noirâtres. Les bancs houillers sont surmontés par des schistes noirâtres très carburés dont certaines parties rappellent la structure du bois. Les schistes varient dans leur épaisseur de 1 à 12 centimètres et manquent souvent. Ils brûlent très bien, et s'exfolient en même temps d'une manière complète; on les utilise dans les fours à chaux des environs de la Cavalerie.

On rencontre également dans le système inférieur des fers hydratés, oolithiques ou limonites, à graines ovalaires, distinctement séparés de la gangue friable dans laquelle ils sont disséminés. Lorsque le fer apparaît, le charbon et les schistes carburés diminuent d'une manière sensible et finissent même par disparaître, si cette substance métallique prend une grande importance. Ces schistes présentent cette particularité remarquable, de renfermer dans leur masse, et plus ou moins dispersés, des amas de gypse parfois d'une épaisseur de 1 mètre. Ce gypse lenticulaire, jaunâtre, demi-translucide, est analogue à celui des terrains tertiaires de Montmartre, près de Paris.

A partir de ces roches schisteuses, on observe trois principales couches d'un calcaire oolithique assez compacte, renfermant des coquilles fossiles dont les unes appartiennent aux eaux salées, et les autres aux eaux douces particulièrement stagnantes.

Le genre des Paludines, le plus abondant, comprend trois espèces différentes. La première, la plus renflée et la plus ventrue dans les derniers tours, rappelle par ses dimensions la *Paludina vivipara* de Draparnaud. La deuxième, plus allongée et de la taille de la *Paludina achatina* du même conchyliologiste, a été le plus souvent déformée par la pression qu'elle a éprouvée ; aussi n'est-il pas possible d'en donner une description un peu précise. Avec ces deux espèces, on en découvre une troisième, un peu supérieure par ses dimensions à la *Paludina similis* (1), et par conséquent bien plus petite que les espèces précédentes.

Les couches oolithiques dans lesquelles on découvre cette petite espèce de Paludine offrent également de nombreux individus de Mélanies à tours fortement prononcés. Cette espèce se rapproche, mais seulement par sa taille, de la *Melania virgulata* dans le jeune âge, taille qui ne dépasse pas 10 millimètres. Avec cette Mélanie, on observe quelques rares individus du genre Cyrène, mais d'une très petite dimension.

Les mêmes couches oolithiques recèlent en outre d'assez nombreux échantillons du genre Mytile (*Mytilus*), d'une taille moyenne, analogue à celle des *Mytilus retusus* ou *smaragdinus* de Lamarck.

La coquille la mieux conservée du genre est assez voisine du *Mytilus falcatus*, espèce fossile décrite par Münster. Ces moules, très finement striés, sont accompagnés par des coquilles bivalves également caractérisées par des sillons transversaux, mais saillants et assez écartés les uns des autres. Ce caractère éloigne toute idée de rapprochement entre ces coquilles et celles du genre Cyclade. L'espèce de la Cavalerie est assez voisine de l'*Astarte curvirostris* de Rœmer, et a les plus grandes affinités avec quelques autres espèces figurées par Goldfuss, ainsi qu'avec l'*Astarte minima* des marnes supraliasiques de Fourillon, près de Pézénas (Hérault). Les unes et les autres, de très petites dimensions, ne dépassent guère 10 à 12 millimètres (2).

---

(1) Nous avons également observé deux autres espèces du même genre dans les marnes supraliasiques de la base septentrionale du plateau de Larzac, à trois quarts de lieue de Milhau (Aveyron), près du pont de la Rougeole et de la grande route de Milhau à Saint-Affrique. L'une de ces Paludines est ventrue et renflée, tandis que l'autre est allongée, rappelant la forme de la *Paludina acuta*. Ces coquilles lacustres se trouvent, comme celles de la Cavalerie, dans les mêmes blocs que le *Pentacrinites moniliferus* de Münster, espèce perdue et essentiellement marine.

(2) Voyez Goldfuss, t. I, p. 193 ; t. II, tab. 134, fig. 35.

La seconde couche fossilifère, supérieure aux stipites de la Cavalerie, renferme de nombreuses tiges végétales d'une longueur de 15 à 20 centimètres et d'un diamètre de 15 à 18 millimètres. Ces tiges se rencontrent dans des calcaires oolithiques, noirâtres, compactes; leurs nuances sont encore plus foncées que la roche qui les enveloppe, surtout leur partie externe qui simule une sorte d'écorce.

Le troisième système de couches fossilifères recèle de nouveau des coquilles marines et lacustres. Les dernières, d'une assez grande dimension dans tous leurs sens, rappellent un peu par leurs formes l'*Unio obliqua* de l'Ohio dont elles diffèrent du reste beaucoup. Elles ont aussi quelques rapports, mais très éloignés, avec l'*Unio concinnus*, espèce fossile décrite par Goldfuss (1).

Avec cet *Unio*, on découvre des coquilles très comprimées, comme le sont celles des Mulettes; elles semblent se rapporter aux Gervilies, ou du moins à quelque genre voisin. Comme on ne peut observer la charnière de ces valves fossiles, il règne une grande incertitude sur leur détermination; aussi n'est-ce qu'avec doute que nous les rapprochons des genres auxquels nous les avons comparés. Il n'est pas de même cependant des Avicules que l'on trouve dans le même système de couches : la singularité de leur forme qui ressemble un peu, ainsi que l'a fait observer Lamarck, à une aile d'oiseau, ne permet pas la moindre incertitude sur leur véritable place.

L'Avicule des couches oolithiques de Larzac, d'une taille moyenne, est analogue, sous ce rapport seulement, à l'*Avicula tarentina* de la Méditerranée. Les parties essentielles et caractéristiques de ce genre sont assez bien conservées pour que nous puissions rapporter nos échantillons avec toute certitude aux Avicules. On peut en dire autant des Paludines, quoique leurs caractères soient moins tranchés.

Le système oolithique des environs de la Cavalerie est surmonté par des couches calcaires d'un blanc jaunâtre sale et sans aucune trace de coquilles lacustres. Ces couches paraissent représenter l'étage oxfordien dans cette partie du plateau de Larzac; elles y constituent une formation essentiellement marine, ainsi que l'annoncent les corps organisés que l'on y observe. Les coquilles de ce système appartiennent à des Pholadomyes, des Panopées, des

(1) Voyez Goldfuss, t. I, p. 181; t. II, tab. 132, fig. 2. Il cite cette espèce comme des terrains oolithiques, ce qui s'accorde parfaitement avec le gisement de celle du plateau de Larzac.

Cythérées ou Vénus, des Mytiles, enfin à des Térébratules; quoique celles-ci soient très aplaties et déformées par suite de la violente pression qu'elles ont éprouvée, elles paraissent appartenir plutôt à ce genre qu'à celui des Rhynchonelles.

Quant aux Mytiles (*Mytilus*) de cette couche, ils diffèrent essentiellement de ceux des terrains oolithiques; leurs dimensions sont à peu près égales à celles du *Mytilus edulis*, autant que l'on peut en juger par les fragments que nous en possédons. Ils sont, du reste, presque le double plus grands que les Mytiles (*Mytilus falcatus*) des terrains oolithiques de Larzac. Une autre coquille du même système oxfordien est assez rapprochée de la *Pholadomya* de Goldfuss pour lui être assimilée (1). On ne peut pas en dire autant des espèces des autres genres; car, s'il y a des doutes sur leur détermination ainsi restreinte, ces doutes seraient plus grands encore, si l'on voulait arriver jusqu'à leur détermination spécifique.

L'ensemble de ces couches fossilifères, dont les plus récentes appartiennent aux terrains oxfordiens, est recouvert par des fers hydratés d'alluvion en fragments épars, irréguliers, et d'un assez gros volume relativement à celui que présentent ordinairement les fers ainsi superficiels. Si ce minerai se trouvait en masses plus considérables, on pourrait en tirer parti, parce qu'il est facile à fondre. On le croirait même fondu, à en juger par la forme et l'uni de la surface de ses fragments, et les nombreuses cavités qu'il offre le plus souvent.

Les calcaires oolithiques du plateau de Larzac traversés dans certaines localités, et, par exemple, auprès de la Cavalerie, par des dykes basaltiques ont été transformés en calcaires siliceux. Ces calcaires ainsi *métamorphisés* offrent parfois des traces de fossiles qui décèlent leur origine; tel est le *Lopophyllia meandrinoides* de Michelin que nous y avons reconnu. Leur dureté est devenue si grande que ces calcaires raient fortement le verre et scintillent vivement sous le briquet (2).

---

(1) Goldfuss cite également cette espèce des terrains oolithiques qui sont ici immédiatement surmontés par les terrains oxfordiens. Ces dépôts étant aussi limitrophes, la même espèce peut se rencontrer dans les deux formations sans qu'il y ait pour cela rien d'extraordinaire dans ce double gisement.

(2) D'autres calcaires des mêmes formations et qui ont éprouvé les mêmes influences métamorphiques ont pris la texture et l'apparence du rocher de la même nature de Solenhoffen.

Le mélange des genres marins avec des espèces lacustres que l'on observe sur le plateau de Larzac, ainsi que vers sa base septentrionale, annonce qu'à l'époque du dépôt des terrains jurassiques, du lias et de l'oolithe inférieure, il existait des eaux douces analogues à celles dans lesquelles vivent aujourd'hui les Paludines, les Mélanies et les Mulettes. Ces faits presque sans exemple à l'époque où nous les avons observés, M. de Rouville et moi, ne sont plus uniques depuis que M. d'Archiac nous a fait connaître des observations analogues qui les confirment de la manière la *plus positive*.

D'après ce géologue, il existe également au milieu des formations jurassiques de l'Himalaya et des bords de l'Indus des dépôts lacustres considérables, dont les uns se trouveraient dans les terrains oxfordiens ou oolithiques, et les autres dans le groupe du lias. Quoiqu'il y ait encore de l'incertitude sur le véritable niveau de ces formations d'eau douce de l'Inde, il n'en est pas de même de leur existence. Les plus récentes renferment des diamants au milieu de leurs masses, tandis que l'on rencontre du charbon, ou du moins des substances charbonneuses analogues à la *houille* ou aux lignites dans les plus anciennes. Du reste, les caractères paléophytologiques et ichthyologiques des dépôts lacustres de l'Inde prouvent qu'ils appartiennent au groupe oolithique inférieur (1).

Les coquilles d'eau douce, mélangées à la Cavalerie avec des espèces marines, se rapportent aux trois genres des Paludines, des Mélanies et des Mulettes (*Unio*). Les deux premiers appartiennent aux mollusques gastéropodes et le dernier aux mollusques lamellibranches.

Nous n'y avons pas aperçu, du moins jusqu'à présent, la moindre trace de Planorbes, de Lymnées, de Physes et d'Hélices, quoique ces types génériques aient paru avant la période tertiaire. Ils caractérisent en effet le calcaire de Purbeck que l'on rapporte à la partie *supérieure* des terrains jurassiques. On les retrouve également dans le groupe wealdien, considéré comme formant la base des terrains crétacés.

M. Renevier les a retrouvés dans des terrains d'eau douce inférieurs aux formations crétacées du canton de Neuchâtel en Suisse (2) ; il les a rencontrés à Villars-le-Lac, près des Brenets,

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XLVI, p. 585, n° 8, 22 février 1858.

(2) *Bulletin de la Société des sciences naturelles*, 1857, p. 259.

dans un calcaire gris bleuâtre placé immédiatement au-dessous du terrain néocomien inférieur. Ce groupe particulier a été nommé *valanginien* par M. Desor. Il est du reste remarquable que M. Renevier n'y ait aperçu aucune trace des deux genres les plus abondants à la Cavalerie, les Paludines et les Mulettes (*Unio*), ce qui l'a d'autant plus surpris que ce sont les fossiles habituels du terrain wealdien.

M. Lory a observé également des faits analogues, il y a peu d'années, auprès de Nantua, dans le département de l'Ain. Il y a remarqué une couche contenant quelques rares coquilles d'eau douce placées entre le terrain néocomien et les calcaires jurassiques supérieurs (1). Si l'on ajoute ces faits à ceux que nous ont fournis depuis longtemps les dépôts wealdien et de Portland, on verra qu'il devait exister à la surface du sol une plus grande quantité d'eau douce qu'on ne l'a généralement supposé. Cette quantité s'y trouvait à une époque déjà assez ancienne, c'est-à-dire lors des dépôts secondaires antérieurs aux formations crétacées.

Toutefois, les couches lacustres qui en démontrent l'existence n'ont jamais eu la puissance ni l'étendue de pareils dépôts tertiaires; elles ne se présentent pas non plus en couches alternatives avec les formations marines, caractères qui paraissent propres à l'époque où la séparation des mers a eu lieu. Il serait possible que le défaut de couches alternatives tînt à ce que, s'il y avait pour lors des eaux stagnantes, il n'y eût pas cependant des eaux courantes, ou des fleuves apportant leurs troubles et leurs limons dans le bassin des mers.

Les houilles sèches ou stipites de la Cavalerie composent deux principaux systèmes de couches, intercalés au milieu de bancs calcaires ou schisteux qui constituent l'ensemble des terrains où se trouvent ces combustibles. C'est dans les lits inférieurs que l'on découvre les couches de stipite les plus puissantes et celles que l'on exploite principalement en raison de leur richesse.

Ces couches n'ont pas moins de 70 à 80 centimètres de puissance ; elles diminuent d'une manière sensible à mesure que l'on s'éloigne de la Cavalerie ou du centre du système houiller des terrains jurassiques de Larzac. Nous ferons remarquer que dans l'appréciation de l'épaisseur des couches de stipite, nous avons uniquement compris l'épaisseur réelle de ces mêmes couches, sans confondre avec elles la puissance des schistes alumineux ou carburés qui les accompagnent.

---

(1) *Archives des sciences physiques et naturelles*, XIII, p. 157.

Les houilles sèches prennent une étendue et une continuité non moins grande que celles qu'elles ont acquises sur le Larzac, au nord de ce même plateau. Les mines de la Nuéjols, près de Trèves, présentent cette particularité. Nous avons déjà fait observer que ces mines sont exploitées par M. Veret qui en a obtenu la concession.

A part cette exception remarquable, la puissance des matières charbonneuses s'affaiblit considérablement à mesure que l'on s'éloigne de la partie méridionale du plateau et que l'on se dirige vers le nord. Il en est de même de leur position par rapport aux schistes alumineux qui se rattachent parfois au lias supérieur. Ces schistes sont constamment inférieurs aux couches des stipites, aussi bien dans le centre du système que partout ailleurs.

Quant aux houilles sèches qui appartiennent à la partie superficielle des terrains jurassiques, leur épaisseur, peu considérable, ne dépasse pas 8 à 10 centimètres; aussi, d'après leur faible puissance, on ne peut guère les utiliser. Connues seulement en Aveyron sous le nom de couches *bâtardes* ou de *simins*, on les voit alterner à plusieurs reprises avec des schistes alumineux dont l'épaisseur varie de 0m,60 à 1 mètre.

Les stipites les plus rapprochés du sol, généralement impropres à la forge, sont caractérisés par leur opacité et leurs nuances obscures. Ils se rapprochent par leur aspect et leur texture des lignites, tandis que la partie inférieure des mêmes combustibles a d'assez grandes analogies avec les houilles à longue flamme, ainsi que l'a fait remarquer M. Regnault (1).

Les houilles sèches des couches inférieures brûlent de la même manière que les houilles grasses; elles se collent très bien et donnent un coke dont l'aspect est imparfaitement métallique. Il est toutefois plus léger que ceux avec lesquels nous l'avons comparé, quoiqu'il soit assez pur et d'une certaine dureté; aussi 100 kilogrammes de la meilleure houille de la Cavalerie n'ont donné que 51 à 57 kilogrammes de coke après une distillation continuée pendant environ six heures.

La houille de Saint-Georges-de-Lusençon ou de Céral, employée dans les travaux de la forge, a donné 55,59 pour 100 de coke; quant à celle d'une qualité inférieure et que l'on n'emploie que dans les fours à chaux, elle n'en a produit que 49,669.

---

(1) Voyez son travail sur les combustibles minéraux, inséré dans les Annales des mines, t. XII, p. 161, 3e série.

Nous avons constamment fait usage dans l'extraction du coke du procédé de M. Regnault (1).

*Tableau général des mines de houille sèche ou stipites de l'Aveyron et de quelques parties du Gard qui en sont limitrophes, en considérant les mines de la Cavalerie comme centre de ce système houiller.*

I. *Mines de stipite situées à l'ouest de la Cavalerie ou sur la rive gauche de la Dourbie.*

1° *Mines de l'Escurre et de Roumégaux.*—On peut comprendre parmi ces mines celles de l'Escurre et de Roumégaux ; elles sont toutes deux dans l'oolithe inférieure. Les premières sont placées sur la lisière du lias moyen et de l'oolithe ; elles sont tellement rapprochées que la ville dont elles portent le nom est dans les dernières formations, tandis que les stipites se trouvent dans les dépôts oolithiques dont la date est plus récente. Cette circonstance n'est point particulière aux mines de l'Escurre, mais elle est à peu près générale dans celles du plateau de Larzac. Du reste, on ne les exploite guère d'une manière régulière.

2° *Mines du Jonquet, au nord de la Cavalerie.* — Ces mines de stipite, situées au nord, à 2 kilomètres de la Cavalerie, n'ont été concessionnées à M. Gervais qu'en 1852. Les recherches qui y ont été faites depuis lors n'ont pas été couronnées du succès que l'on avait espéré.

II. *Mines de stipite au nord-ouest de la Cavalerie, sur la rive gauche de la Dourbie.*

1° *Des mines de Saint-Georges-de-Lusençon ou plutôt de Céral.* — On peut comprendre parmi les mines qui ont cette direction celles de Céral, plus connues sous le nom de Saint-Georges-de-Lusençon, en raison de l'importance de cette localité. Le village de Saint-Georges, comme l'établissement de Céral, est situé sur la rive droite du Cernon, petite rivière qui se jette dans le Tarn, un peu au-dessous de Compregnac. Les deux localités peu distantes sont à 25 ou 27 kilomètres de la Cavalerie ; elles présentent les mêmes particularités que celles de l'Escurre et de Roumégaux. En effet, tandis que Saint-Georges est dans le lias supérieur, les mines de Céral sont au contraire dans l'oolithe inférieure.

(1) *Cours de chimie*, t. IV, p. 935.

On remarque que les villages, bâtis généralement sur les hauteurs ou sur des escarpements que dominent les bassins dans lesquels les mines sont exploitées, appartiennent à des formations plus anciennes que les stipites. La différence de niveau rend raison de cette circonstance qui se représente à peu près constamment.

2° *Mines de Creyssel, au nord de la Cavalerie.* — Les mines des environs de Creyssel, village situé sur la rive gauche du Tarn, au nord-est de Saint-Georges et à 10 ou 12 kilomètres au nord-ouest de la Cavalerie, sont moins riches que celles-ci, les plus méridionales des houillers jurassiques de Larzac. Tandis que les couches des dernières ont une puissance de 70 à 80 centimètres, les stipites de Creyssel ont à peine 12 centimètres. Le village, comme la plupart de ceux auprès desquels se trouve la houille maigre, est dans le lias supérieur, et les mines dans l'oolithe inférieure.

### III. *Mines de stipite au nord de la Cavalerie et sur la rive gauche de la Dourbie.*

1° *Mines de Mas-Nau, au nord de la Cavalerie.* — Il en est des mines de Mas-Nau comme de Creyssel, sous le rapport des terrains où l'on rencontre ce hameau et les mines qui en sont très rapprochées.

Situées au nord et à 10 kilomètres en ligne droite de la Cavalerie, on ne les exploite pas avec beaucoup de régularité, mais seulement lorsque le besoin de combustible se fait sentir.

### IV. *Mines de stipite à l'est de la Cavalerie et sur la rive gauche de la Dourbie.*

On trouve dans cette direction les mines de la Liquisse, à l'est et au nord de la Cavalerie, à 12 kilomètres de cette localité et à 3 ou 4 environ de Nant; on les rencontre comme les précédentes dans l'oolithe inférieure. On prétend avoir rencontré quelques Palmdines, mais dans un état de conservation encore plus imparfait que les espèces de ce genre du sommet du plateau. Les mines de la Liquisse, qui sont exploitées par le même propriétaire que celles de la Cavalerie, le sont aussi avec plus de régularité que la plupart de celles du plateau de Larzac.

V. *Mines de houille sèche ou stipite, au nord de la Cavalerie, sur la rive gauche de la Dourbie.*

1° Mines de Saint-Sulpice au nord-est de la Cavalerie, situées sur la même rive du Trevezels, à 22 kilomètres de la Cavalerie, offrent les mêmes particularités que la plupart des mines précédentes; elles se représentent à Trèves, ainsi qu'à Pradine assez rapproché de Langole, le point le plus septentrional des mines de ces contrées montagneuses.

2° Les stipites de Trèves, situées au nord-est et à 25 kilomètres de la Cavalerie, sur la rive droite de la rivière de Trevesels, sont peu riches; aussi ces mines, qui se trouvent dans le Gard, ne sont pas exploitées avec une grande régularité.

3° Les mines de stipites se retrouvent au-dessus de Reven, au village des Moulinets, sur les deux rivages de la Dourbie qui traverse le même village. Les mines de M. Durand sont sur la rive gauche, et celles qui appartiennent à M. de Barbeyrac sur la rive droite de la même rivière, très rapprochées de Saint-Sauveur-du-Larzac et situées à 20 kilomètres de la Cavalerie. Les combustibles qu'elles fournissent ont été comparés par Dufrénoy à ceux de Whitby, dans le Yorkshire, en Angleterre. Il en est de même des stipites de Saint-Sulpice dont nous venons de parler. Les lumachelles oolithiques ou les couches oolithiques proprement dites, ainsi que leurs équivalents, constituent généralement dans cette partie de l'Aveyron le sous-sol de la majeure partie des causses et notamment du plateau de Larzac (1).

On a donné à ces mines le nom commun de *Moulinets*. Toutefois celle qui est le plus connue sous cette dénomination appartient à l'Aveyron et se trouve sur la rive gauche de la Dourbie; elle est exploitée par M. Durand. L'autre mine, qui se trouve sur la rive opposée de la même rivière, est connue sous le nom de *mine du moulin de la Gardie*. Celle-ci, propriété de M. de Barbeyrac, se trouve non dans l'Aveyron, mais dans le Gard.

4° Les mines de Pradine, au nord-est, à 36 kilomètres de la Cavalerie, près de la Nuéjols, et sur les limites du Gard et de l'Aveyron, ont leurs principaux débouchés à Meyrueis dont elles ne sont éloignées que d'environ 19 à 20 kilomètres. Ces mines, toujours

(1) On donne le nom de *causse* dans le midi de la France aux plateaux calcaires d'une certaine élévation; ce mot de causse paraît dérivé de *calx*, qui signifie chaux.

dans les mêmes terrains, font partie du causse noir limitrophe de celui de Larzac; elles appartiennent à M. de Cambessèdes.

5° Les mines de Barzac, au nord et à 25 kilomètres de la Cavalerie, sur les limites de l'Aveyron et du Gard, et la rive droite de la Dourbie, appartiennent à M. Dufour, professeur en droit à Toulouse. Elles ont été exploitées il y a deux ou trois années; elles sont aujourd'hui à peu près abandonnées, situées sur le causse noir comme celles de Pradine, auprès de Cantobre et des métairies connues dans le pays sous les noms de *Balmarèles* et de *Mas Anquiral*. Une route qui part de Saint-Jean-de-Bruel passe par Trèves et y conduit. Cette circonstance aurait facilité l'exploitation de ces mines, si les couches de houille avaient été aussi puissantes qu'on l'avait supposé au moment de leur découverte.

6° Les mines de la Nuéjols, au nord-est de Trèves et à 39 kilomètres de la Cavalerie, sont le point le plus septentrional du système houiller des terrains jurassiques de cette partie de l'Aveyron. Ces mines, situées sur la rive droite du Trevezels, sont aussi l'une des plus riches de celles qui appartiennent aux alentours de Larzac; elles sont exploitées avec assez de régularité par M. Veret qui en a obtenu la concession.

Quant au causse noir, où sont situées les mines de Pradine et de Barzac on comprend sous ce nom le territoire qui se trouve au-dessus et sur la rive droite de la Dourbie. Ce territoire, voisin de Larzac, appartient en partie au Gard, et en partie à l'Aveyron et à la Lozère. Le causse noir est du reste, dans son ensemble, une région montueuse, élevée, et par conséquent froide, exposée qu'elle est à des vents violents.

Si nous considérons les affleurements du système des stipites, assez développé sur le plateau de Larzac, nous verrons que la pente générale des couches charbonneuses étant vers le N.-O., ces couches sont d'autant plus minces qu'on s'éloigne de la Cavalerie, centre de ce système, et qui en est la partie la plus méridionale. En partant de ce point central, on rencontre à l'O. les mines de l'Escurre dont les couches n'ont que $0^m,20$, à Saint-Georges $0^m,15$, et au N. Creyssel où elles n'en ont plus que $0^m,12$. En se dirigeant tout à fait au N., on rencontre les mines de Mas Nau où les couches offrent seulement cette puissance de $0^m,15$. Quant à celles de la Liquisse, plus rapprochées de la Cavalerie, elles ont eu jusqu'à $0^m,40$; elles doivent probablement leur épaisseur plus considérable que celle de la plupart des mines que nous venons de signaler au voisinage du centre du système houiller.

Les différentes mines de stipite de l'Aveyron et du Gard dont

nous venons de donner un aperçu sont divisées, ainsi qu'on a pu le juger, en deux parties distinctes, séparées par la Dourbie, principale rivière à l'est du plateau de Larzac. Les unes se trouvent sur la rive gauche de cette rivière : ce sont principalement celles du Rouergue, et les autres sur la rive droite. Celles-ci, en plus petit nombre que les premières, appartiennent au département du Gard. Telles sont celles de Pradine, de Barzac et de la Nuéjols, situées sur les limites des deux départements et en même temps sur le causse noir.

M. le Trésorier présente l'état suivant de la caisse au 31 octobre dernier.

| | | |
|---|---|---|
| Il y avait en caisse au 31 décembre 1857. . | 2,147 fr. | 25 c. |
| La recette, depuis le 1er janvier 1858, a été de. . . . . | 13,616 | 24 |
| Total. . . | 15,763 | 49 |
| La dépense, depuis le 1er janvier 1858, a été de. . . . . | 14,930 | 80 |
| Il restait en caisse au 31 octobre dernier. . . | 832 fr. | 69 c. |

---

## *Séance du* 15 *novembre* 1858.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT, *vice-président*.

M. Albert Gaudry, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

AUERBACH (Jean), secrétaire de la Société imp. des naturalistes de Moscou (Russie), présenté par MM. J. Guillemin et Ch. S.-C. Deville;

DORMOY, ingénieur au corps des mines, à Valenciennes (Nord), présenté par MM. Élie de Beaumont et J. Delanoüe;

LEVERT (Alphonse), préfet de l'Ardèche, à Privas (Ardèche), présenté par MM. Michelin et Dalmas;

Mairand, chargé du service hydraulique de la Sèvre niortaise, à Marans (Charente-Inférieure), présenté par MM. Raulin et Collomb;

Ribeiro, président de la Commission géologique, à Lisbonne (Portugal), présenté par MM. Deshayes et Michelin;

Schultze (Ludwig), à Bonn (Prusse rhénane), présenté par MM. Sæmann et Collomb.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

*La Société reçoit :*

De la part de M. Thomas Davidson, *Polæontological notes on the Brachiopoda* (from the *Geologist*, n° XI, nov. 1858), in-8, 23 p., 1 pl.

De la part de M. Bartolomeo Gastaldi, *Cenni sui vertebrati fossili del Piemonte* (extr. des *Mem. dell. R. Accad. d. sc. di Torino*, sér. 2, t. XIX), in-4, 68 p., 10 pl. Turin, 1858.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1858, 2e semestre, t. XLVI, n° 19.

*L'Institut*, n° 1297, 1858.

*L'Ingénieur*, nouvelle série, n° 10, octobre 1858.

*Bulletin de la Société de l'industrie minérale de Saint-Étienne*, t. III, 4e livraison, avril, mai, juin 1858, avec atlas.

*Jahresbericht des Wetterauer Gesellschaft für die gesammte Naturkunde zu Hanau über die Gesellschaftjahre von August 1855 bis dahin 1857*, in-12. Hanau, 1858.

*Naturhistorische Abhandlungen aus dem Gebiete der Wetterau*, in-8. Hanau, 1858.

*The Athenæum*, n° 1620, 1858.

*M. Marès* fait la communication suivante :

*Note sur une caverne servant de repaire à des hyènes, et dans laquelle se trouvent réunis des ossements de divers mammifères d'espèces vivantes, près de l'oasis de Laghouat (sud de la province d'Alger)*, par M. le Dr Paul Marès.

La caverne dont nous allons parler se trouve à une petite distance de Kheneg-Nefdjil, à 12 kilomètres environ à l'O.-S.-O. de l'oasis de Laghouat; elle est située dans une de ces petites chaînes régu-

lières de collines peu élevées dont la présence annonce, vers le N., la fin des plateaux du grand Sahara, complétement limités à quelques kilomètres plus loin par les pentes abruptes de chaînes régulières, sans épaisseur, dont les murailles presque verticales s'élancent à plusieurs centaines de mètres au-dessus des plaines.

L'entrée de la caverne qui nous occupe est située sur le penchant d'un mamelon rocailleux et aride; elle présente un orifice de 1 mètre à $1^m,50$ de diamètre donnant accès dans une excavation à pic de $2^m,50$ environ de profondeur; les parois de cette espèce de puits offrent de fortes saillies de roches anguleuses qui en rendent la descente et la montée assez praticables. Au fond de ce premier orifice perpendiculaire, l'excavation se continue par un couloir de 2 à 3 mètres de longueur, étroit, incliné et donnant accès dans une salle ayant environ 6 mètres de long sur 3 de hauteur et 4 de largeur. Les murailles de cette salle sont revêtues en partie d'une légère couche de dépôt calcaire; le plancher, rocheux, inégal, est couvert en partie de limon réduit en poussière par l'action desséchante de la saison d'été dans cette région. Sur cette couche noirâtre sont répandus des ossements nombreux, les uns entiers, les autres brisés ou rongés, portant quelquefois encore des lambeaux de chair desséchée. Ces os appartiennent tous aux divers animaux sauvages ou domestiques qui se trouvent dans les environs et que nous avons reconnus, tels que : Chiens, Chacals, Gazelles, Antilopes, Lièvres, Chameaux, Chevaux, Moutons, Autruches, Chèvres, et certainement quelques espèces encore qui ont échappé à nos regards. Plusieurs têtes humaines sont mêlées à ces débris, au milieu desquels sont répandus de nombreux excréments de Hyènes.

Dans cette première salle se trouvent, au niveau du sol, deux orifices par lesquels on peut pénétrer plus profondément dans la colline : l'un situé à l'extrémité opposée de l'ouverture d'entrée, l'autre tout à fait à côté de celle-ci. Le premier descend peu à peu dans le sein de la terre et y pénètre profondément en présentant une suite de salles très petites dans lesquelles un homme ne peut souvent pas se tenir debout; elles sont reliées par des couloirs souvent très étroits. Nous n'avons point exploré ce souterrain dans lequel, au dire de plusieurs personnes qui l'ont parcouru, on trouve des ossements très nombreux et plusieurs têtes humaines. Les Hyènes fuient le jour et les bruits du dehors; aussi emportent-elles volontiers leur proie dans les plus profonds replis de leur sombre repaire.

Nous avons pénétré dans le second couloir situé au ras du sol,

près de l'entrée de la première salle. Ce couloir descend presque à pic dans le sein de la montagne. Une dislocation des roches a resserré son entrée déjà étroite, et il s'y est produit une ou deux fissures dans lesquelles ont glissé, pêle-mêle, des ossements et des matières terreuses de la première salle. Aucun torrent ne peut atteindre l'ouverture extérieure de cette caverne ; néanmoins celle-ci n'est évidemment pas à l'abri de petites inondations; voici comment : il arrive parfois dans ces régions, ordinairement très sèches, des pluies torrentielles qui jettent pendant quelques minutes, *et souvent* pendant plusieurs heures, une énorme quantité *d'eau à la* surface du sol. Dans ce cas, l'orifice extérieur de cette grotte et les fissures nombreuses des roches dans lesquelles elle est ouverte suffisent amplement pour y laisser pénétrer une quantité d'eau boueuse relativement assez grande et capable d'entraîner quelques-uns des ossements de la première salle dans les fissures les plus proches où elle les empâte peu à peu d'un limon sablonneux.

Les hôtes de cette caverne sont des Hyènes; il n'y a point de doute à cet égard ; les excréments, l'odeur suffocante de bête fauve qui règne dans ce lieu, la nature des débris qui ont été apportés, les affirmations des Arabes et le nom de *Ghar el Debah* (grotte de la hyène) qu'ils donnent à ce repaire comme à cent autres dans cette partie du désert, tout prouve que ce sont des Hyènes qui hantent ce lieu. Du reste, ces animaux sont très communs dans toute cette région, depuis le Maroc jusqu'à la Tunisie, et ce sont les plus grands et les plus forts carnassiers qu'on y rencontre, le Lion et la Panthère vivant exclusivement dans les pays boisés et arrosés de cours d'eau permanents.

L'excursion que nous avons faite à cette grotte a été trop rapide, et notre séjour à Laghouat trop peu prolongé pour que nous ayons pu observer davantage. Il y a, comme je l'ai dit, de nombreux repaires de Hyènes dans toute cette région du Sahara, la plupart sont trop *étroits* pour pouvoir être explorés; mais, sans aucun doute, en cherchant, on trouverait de nouvelles cavernes aussi spacieuses, peut-être même plus spacieuses que celle du Kheneg-Nefdjil, et nous ne doutons pas qu'on pût y faire de nouvelles observations intéressantes pour l'histoire actuelle des cavernes à ossements modernes.

M. Benoît fait la communication suivante :

*Note sur la découverte de la craie dans le département de l'Ain et sur quelques traits du phénomène erratique ;* par M. Émile Benoît (Pl. II).

*De la craie dans l'Ain.*

La lecture du procès-verbal de la séance précédente, à laquelle je n'assistais pas, vient de m'apprendre qu'une communication a été faite par MM. Bonjour, Defranoux et le frère Ogérien, au sujet de la découverte de la craie, près de Saint-Julien (Jura). Je viens de faire une découverte semblable dans le département de l'Ain, et il me paraît bon de la signaler dès maintenant, bien qu'une nouvelle exploration soit encore nécessaire pour la recherche des fossiles, exploration dont j'ai été détourné par le mauvais temps et d'autres excursions. Je désire appeler sur ce sujet les investigations des géologues du pays, et surtout celle des auteurs de la découverte de la craie dans le Jura.

La craie que j'ai à signaler se trouve sur le versant occidental de la chaîne qui sépare le cours de l'Ain de la vallée d'Yzernore. C'est un lambeau de près de 3 kilomètres de longueur sur 400 mètres de largeur, qui s'étend de Solomiat à Leissard et est coupé en deux massifs par une dépression qui suit la route de Bourg à Nantua. Ce lambeau est placé au pied d'une faille qui met la craie en contact avec le corallien et l'oxfordien supérieur. Les quatre coupes de la planche ci-jointe (Pl. II) montrent cette disposition et l'orographie du massif montagneux.

La succession des étages géologiques est ici complète, régulière, et il y a jusqu'à la craie inclusivement une concordance parfaite de stratification.

Je ne m'arrêterai pas à décrire les autres terrains que la craie; cependant je dirai que je n'ai pas remarqué de wealdien dans la localité et que le néocomien est complet, c'est-à-dire terminé par l'assise calcaire à *Chama*, qui manque dans les localités plus occidentales, où elle a été sans doute enlevée par érosion, mais qu'on retrouve fréquemment dans les régions plus orientales, où elle est aussi plus développée et surmontée de bancs crayeux qui sont plus particulièrement la zone à *Chama*. Cette assise, dans la localité qui nous occupe, est un calcaire en grands bancs, blancs, les uns très compactes, à cassure esquilleuse, translucide sur les bords, les autres oolithiques, à oolithes quelquefois très fines, d'autres fois

grossières et inégales, avec des passages bréchiformes partiellement et confusément oolithiques et compactes. Dans quelques bancs, on remarque des coquilles prises dans la pâte de la roche et dont les coupes sinueuses rappellent les formes des Chames, des *Diceras* et celles d'autres coquilles bivalves. Le test cristallin fait ordinairement saillie sur les vieilles surfaces de la roche. Cette dernière assise néocomienne est un peu irrégulière, en ce sens qu'elle est bien moins épaisse à Leissard que vers Solomiat, où elle n'a même que 5 à 6 mètres. Au-dessous viennent des calcaires jaunes et des marnes où l'on trouve assez abondamment l'*Ostrea Couloni*, l'*Ostrea macroptera*, le *Toxaster complanatus*, des Rhynchonelles, des Térébratules et autres fossiles caractéristiques du néocomien moyen et inférieur.

C'est sur le calcaire blanc, à *Chama*, que repose le gault, qui n'a ici que 1 à 2 mètres d'épaisseur et est entièrement formé de sable siliceux, à grains fins et anguleux, un peu micacé, ne faisant nullement effervescence avec les acides, à stratification peu apparente, jeté plutôt par veines ondulées et enchevêtrées de sable blanc, vert, jaune, quelquefois très ferrugineux, parsemé vers le haut de petits cailloux de silex roulés, mélangé par places d'argile bariolée blanche et jaune. On suit difficilement l'affleurement du gault dans la forêt qui couvre tout le massif; cependant on le retrouve sur plusieurs points. Il est peu fossilifère; ce n'est que derrière l'église de Leissard que j'y ai trouvé les fossiles suivants : *Inoceramus concentricus*, Park; *Ostrea arduennensis*, d'Orb.; *Ammonites mamillatus*, Schl.; fragments de deux autres Ammonites indéterminables; *Hamites cylindraceus*, d'Orb.; *Nucula bivirgata*, Fitton; une *Cardite*, un Oursin et un *Dentalium* indéterminables. Tous ces fossiles sont de petite taille.

La craie repose sur le gault et est, comme nous l'avons dit, en stratification concordante avec les terrains qui lui sont inférieurs. Dans toute son épaisseur, qui est de 30 à 40 mètres, son aspect et sa structure sont tellement uniformes qu'on ne peut guère supposer qu'il y ait là plus d'un étage de la craie. C'est, de haut en bas, un calcaire blanc, subcrayeux, uniformément stratifié en lits minces, quelquefois feuilletés, contenant à divers niveaux soit des silex blonds ou bruns, pyromaques, à croûte crayeuse, en rognons épars ou en plaques, soit des silex gris et blanc laiteux, ou des veines de calcaire siliceux blanc passant insensiblement à la roche purement calcaire, dans laquelle ils sont intimement encastrés. Les bancs les plus inférieurs sont chlorités; mais les grains verts sont généralement très petits, et donnent un aspect gris verdâtre

à la roche. Vers sa base, la craie contient des lentilles intercalées d'un grès très fin, siliceux et calcaire, blanc verdâtre, et d'autres lentilles de calcaire blanc, parsemé d'une grande quantité de grains de quartz transparent, tous usés, arrondis et polis. C'est encore vers la base qu'on trouve, épars dans la roche, des rognons ferrugineux mamelonnés, elliptiques ou cylindriques, souvent à cristallisation rayonnante : ce sont sans doute des pyrites, dont la décomposition est très avancée.

On voit parfaitement la moitié inférieure de la craie dans les fossés de la route qui coupe le massif; je n'y ai trouvé aucun fossile, ce qui ne veut pas dire qu'une recherche plus attentive n'y en fera pas découvrir. Les bancs les plus supérieurs se trouvent dans la partie comprise entre la route et le village de Leissard; j'y ai trouvé un oursin trop encroûté pour être déterminable. Je signale ce dernier point comme étant probablement la station fossilifère. C'est surtout dans les assises les plus supérieures, c'est-à-dire les plus rapprochées de la faille, qu'il faudra chercher, comme, par exemple, dans le chemin de Leissard.

Si maintenant on jette un coup d'œil sur l'orographie de la contrée, on voit qu'elle est des plus compliquées, surtout au N. et et S. du point où se trouve la craie, et qu'il serait téméraire, en un cadre aussi restreint, d'émettre quelques conjectures sur l'époque de la formation de ces montagnes. En voici cependant les traits les plus apparents.

La chaîne (A) de la rive droite de l'Ain a une direction N. 31° E., et finit un peu au nord de la coupe fig. 1, après avoir reçu le renversement de la chaîne (B), qui, de la direction N. 18° E., parallèle à la faille de la craie, passe, en se redressant, à la direction N. S., et se prolonge ainsi dans le département du Jura, en s'intercalant dans le milieu du massif montagneux qui sépare Saint-Julien et Lains (où est la craie récemment signalée) de la large vallée d'Arinthod. La craie se trouve donc à l'occident de cette chaîne (B) dans le Jura, tandis que c'est sur son flanc oriental qu'elle est placée dans l'Ain. Cette relation orographique peut donner des indices pour la recherche d'autres lambeaux de craie, dont l'existence devient ainsi probable.

D'un autre côté, si l'on poursuit également vers le N. la chaîne (C) qui forme l'arête culminante à l'est de la craie, on voit qu'elle quitte bientôt sa direction N. 9° E., pour passer dans le Jura à l'est de la vallée d'Arinthod où elle prend la direction N. 18° E., en se compliquant avec les chaînes du pittoresque Oliferne et celles qui bordent immédiatement la vallée d'Arinthod.

Quant à la faille de la craie, elle se poursuit au loin vers le N., en gardant sa relation avec la chaîne (C).

Il y a donc rencontre de chaînes dans l'espace représenté par nos coupes, et, comme des phénomènes analogues se produisent encore au sud de la région qui nous occupe, c'est ailleurs qu'il faut chercher la solution du problème orographique, sujet qui ne sera abordable que quand tout le vaste massif jurassique sera connu en détail.

*Quelques traits du phénomène erratique.*

Pour montrer la position orographique de la craie, j'ai dû étendre mes coupes à l'O. jusqu'à la vallée d'Hautecour et Romanèche où sont figurés des lambeaux de dépôts erratiques. Comme on les a pris pour de la mollasse, il me paraît utile de donner à ce sujet quelques explications, afin de faire cesser l'équivoque.

Cette vallée d'Hautecour et Romanèche est encaissée entre la chaîne (A) de mes coupes et la chaîne portlandienne de Grand-Corent, laquelle est très régulière et a sa crête ouverte par un étroit affleurement de l'oxfordien. Cette dernière chaîne quitte sa direction N. 29° E. près et au sud d'Hautecour, prend la direction N. 10° O., et vient se souder à la chaîne (A) qui garde constamment sa direction N. 31° E., en sorte que la vallée est fermée par un cirque au milieu duquel se trouve le hameau de Challes-de-Bohans. Dans la direction septentrionale, au contraire, la vallée s'abaisse sur le cours de l'Ain, au delà de Romanèche, à Cize. Elle a ainsi une communication par les cluses encaissées de l'Ain avec la grande et pittoresque dépression de Thoirette située à 7 kilomètres au N.-N.-E. où le phénomène erratique est incontestable, et se relie de station en station avec les dépôts encore mieux caractérisés, épars dans tout le vaste réseau des chaînes élevées du massif jurassique. On pourrait supposer que la vallée en question, qui s'abaisse jusqu'à la cote 295, a pu recevoir par les cluses de l'Ain une traînée de matériaux erratiques; mais ce n'est pas la provenance la plus probable. En effet, la vallée se continue au nord de Cize, en s'élevant de niveau jusqu'à la cote 504, à partir du contour de l'Ain qui coupe deux fois l'axe de la vallée, dans laquelle il entre par une cluse pour ressortir aussitôt par une autre cluse coupant la même chaîne (A). Or, dans tout le prolongement septentrional de la vallée, c'est-à-dire dans les environs de Corveissiat, Saint-Maurice, Marsonnas, et plus loin, dans le Jura, on trouve épars des lambeaux de matériaux erra-

tiques parfaitement caractérisés, avec boue et blocs, stries et poli. La vallée d'Hautecour et Romanèche a donc été le réceptacle du glacier sans doute éphémère placé ici dans la partie élevée de la vallée, et sur le périmètre de la région envahie par les glaciers jurassiques. Le débouché de l'Ain dans la partie basse de la vallée aurait dans le temps fourni les eaux de lavage qui ont enlevé la boue glaciaire et les parties ténues, tout en stratifiant plus ou moins les matériaux qui encombrent encore la vallée d'Hautecour et Romanèche. Et ce sont bien des dépôts erratiques, à cause de leur relation prochaine et parce qu'il n'y a rien d'analogue dans le Jura qui ne soit erratique. Dans le bas de la vallée, à Cize et à Romanèche, le dépôt consiste en graviers, cailloux et blocs usés, uniquement calcaires et provenant presque entièrement de roches portlandiennes. A Hautecour et à Challes, le dépôt est presque entièrement sableux et graveleux, bien qu'on trouve sur certains points des blocs assez gros ; en d'autres termes, les matériaux vont en diminuant de volume à mesure qu'on va du N. au S. Une sorte de stratification confuse, inclinée et enchevêtrée, devient de plus en plus apparente dans le même sens. Il n'y a pas de boue glaciaire, ce qui indique qu'il y a eu lavage pendant la formation du dépôt. Cependant, dans les tranchées récentes des gros matériaux, on remarque souvent des cailloux et des blocs qui ont conservé des stries et un poli semblables à ce que l'on remarque constamment dans les dépôts erratiques les plus incontestables des grandes chaînes.

Il faut remarquer en outre, à l'appui de cette thèse, que si les matériaux fussent venus par les cluses de l'Ain, ils seraient mélangés, comme à Thoirette, de roches de l'oolithe inférieure, ce qui n'est pas ; car on n'y trouve que des roches portlandiennes et coralliennes avec quelques rares débris de roches néocomiennes, ce qui est parfaitement en rapport avec la constitution géologique de la partie septentrionale de la vallée où aurait existé un glacier temporaire.

Il y a encore dans cette région une particularité singulière à noter. Dans les environs d'Hautecour, on trouve, épars sur le sol et jamais mélangés avec les matériaux erratiques purement jurassiques, quelques rares cailloux et quelques petits blocs anguleux de diverses roches granitiques des Alpes. On n'en trouve pas plus à l'O. ni au N. ; mais à l'E., sur la crête de la chaîne (C) de mes coupes et le long de la combe oxfordienne, on rencontre encore de petits blocs anguleux des mêmes roches alpines, toujours gisant sur le sol, et jamais mélangés dans les quelques lambeaux

d'erratique jurassique placardés sur divers points, ou remplissant certaines dépressions du flanc de la montagne. Cependant je n'en ai trouvé que sur les sections représentées par les coupes 3 et 4, sur les coupes 1 et 2, et plus au N. je n'en ai pas vu; en sorte qu'il est probable que c'est ici un des points extrêmes où ces roches alpines soient parvenues dans les chaînes jurassiques.

M. Michelot fait observer que, si dans le département de l'Ain on trouve la craie blanche et le gault, on doit rencontrer entre ces deux terrains la craie chloritée; car la craie chloritée existe dans l'est de la France.

M. J. Delanoüe demande la parole et s'exprime à peu près ainsi :

S'il n'y a plus rien à l'ordre du jour, je prendrai la liberté d'appeler l'attention de la Société sur un fait qui a peut-être peu d'intérêt géologique, mais dont l'importance industrielle est considérable; car il a rendu inexploitable jusqu'à ce jour près de la moitié du bassin houiller, depuis Condé jusqu'au delà de Mons.

M. Dormoy, notre nouveau confrère, s'occupant de dresser la carte souterraine des terrains paléozoïques des environs de Valenciennes, je l'ai engagé à venir étudier en Belgique la série des terrains supérieurs dont les tranches émergent tout le long de la limite septentrionale du bassin houiller. M. Toilliez, professeur très distingué à Mons, nous a guidés par d'excellentes indications, et nous nous plaisons à signaler son récent mémoire sur les *carrières du Hainaut* comme pouvant éclairer tous ceux qui voudraient approfondir la question.

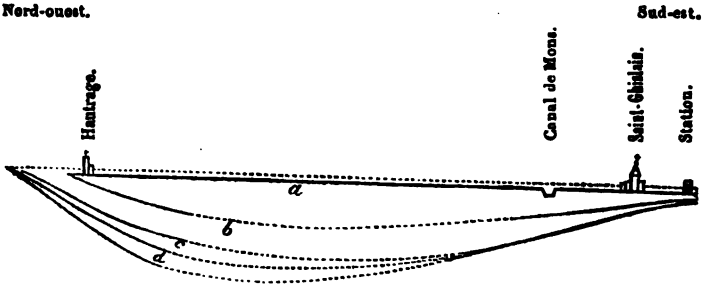
Dumont a appelé *système aachénien* les sables, grès, graviers et argiles qui recouvrent immédiatement le terrain houiller. Il est bien reconnu aujourd'hui que si cette dénomination peut être applicable aux sables et argiles intra-crétacés, elle ne l'est nullement aux sables supérieurs qui entourent Aix-la-Chapelle, et dans lesquelles M. Joseph Müller a retrouvé toute la faune sénonienne. Nous conservons provisoirement ce mot *aachénien* pour ne pas trancher par une expression précise, comme celle de *wealdien* ou *néocomien*, une question qui paraît encore indécise.

Les savants auteurs de la carte géologique de la France font remarquer combien la surface des terrains paléozoïques est horizontale ou régulièrement ondulée, en comparaison des bouleversements intérieurs qu'accusent les innombrables plissements des

couches. Ils expliquent très bien cette disposition, d'abord par une compression latérale lors du *système des Pays-Bas*, E. 5° N., puis par une opération postérieure de ratissage qui aurait nivelé la contrée en enlevant toutes les masses soulevées et disloquées par le premier cataclysme.

Et, en effet, tout le bassin houiller franco-belge est brusquement limité au sud par le relèvement du terrain dévonien moyen (vieux grès rouge), tandis qu'il se continue régulièrement au nord, où il repose en stratification presque horizontale sur la série des terrains inférieurs (calcaire carbonifère, psammite du Condros, calcaire dévonien, vieux grès rouge, etc.). Mais il y a là une singulière anomalie : le terrain houiller est profondément excavé depuis Condé jusqu'au delà de Haine-Saint-Pierre, par une immense vallée d'érosion aujourd'hui comblée par le *système aachénien* de Dumont qui a pris un développement considérable. Cette formation repose immédiatement sur le terrain houiller dans toute la longueur de la vallée en question; il en occupe le fond et tout le versant septentrional où il affleure depuis Hautrage jusqu'à Maisières, au nord de Mons et jusqu'auprès de Baume, où M. Lambert nous l'a montré. Il se compose de masses irrégulières

*Coupe approximative de la moitié septentrionale du bassin houiller belge, entre Condé et Mons.*




*a.* Craie blanche, sénonienne.
*b.* Craie marneuse et glauconieuse.
*c.* Tourtia et meulière.
*d.* Argiles et sables aquifères.

de graviers, sables, grès limonite et argiles pyriteuses. On n'y trouve aucun autre débris organique que des lignites noirs et bruns, rarement du calcaire et jamais de glauconie. Ces argiles et ces sables sont de composition très variable; ils sont jaunes, rouges, noirs ou blancs, et mélangés irrégulièrement entre eux en

toutes proportions. On les exploite sur une grande échelle, lorsqu'ils sont purs de fer, et par conséquent réfractaires. Ces dépôts irréguliers ont le faciès d'un terrain d'eau douce. Ils sont naturellement ébouleux lorsqu'ils sont pleins d'eau comme leurs représentants, les sables dits *torrent*, à Anzin. Il est impossible de les traverser ni par des puits, ni quelquefois même par des sondages. M. Guibal, professeur à Mons, vient d'inventer une machine fort ingénieuse qui permettrait, on l'espère, d'ouvrir des puits d'extraction à travers les 20 à 80 mètres de ces argiles et sables mouvants qui ont jusqu'ici interdit l'exploitation de la houille dans tout le fond de cette grande vallée souterraine.

Ce *système aachénien* est recouvert par un étage évidemment crétacé, savoir : le *système hervien* et la partie inférieure (*tourtia*) du *système nervien* de Dumont. Ce sont des psammites, sables, grès calcarifères, tendres ou siliceux et lustrés. Les mineurs belges appellent cette roche *la meule*. Ce terrain diffère du précédent par la présence du calcaire, des fossiles, et surtout l'abondance de la glauconie qui prédomine dans la partie supérieure, dans le poudingue, dit *tourtia* en France, et les grès, dits *les verts*, en Belgique.

M. Toilliez signale, dans son Mémoire précité, l'épaisseur de ce terrain qui a jusqu'à 112 mètres à Bernissart, tandis qu'il n'est qu'à l'état de rudiment (lorsqu'il existe) sur le territoire français. Il y indique les fossiles suivants :

| | |
|---|---|
| *Nautilus elegans*, Sow., | tourtia et meule. |
| *Pecten asper*, Lamk., | |
| *Ostrea columba*, Desh., | |
| *Ammonites rothomagensis*, Lamk., | meule proprement dite. |
| *Cardium hillanum*, | |

Ce terrain est probablement l'équivalent de l'*upper green sand* des Anglais, mais avec une physionomie toute différente de celle qu'il offre dans l'Argonne et le bas Boulonnais ; car on n'y a encore retrouvé ni la gaize si puissante de Sainte-Ménéhould, ni l'argile du gault qui est au-dessous, ni le grès vert inférieur avec ses nodules de phosphates en lit si régulier de 0m,20, plus bas encore les minerais de fer en grains, des environs de Vouziers.

Quant au *système aachénien* de Dumont, nous ne pouvons nous empêcher de signaler son analogie avec les argiles néocomiennes du sud-sud-ouest de Bar-le-Duc, et surtout avec les sables et argiles rouges, jaunes, blanches et ligniteuses, sans fossiles ni glauconie, de Samer, Desvres, etc., dans le bas Bou-

lonnais. Ces dépôts irréguliers de sables et d'argiles (assise sableuse de M. Dusouich) sont évidemment placés dans cette contrée au-dessous du lit de nodules de phosphates, et de l'argile du gault. Mais nous nous abstiendrons d'aller plus loin. Nous laisserons à de plus savants le mérite d'assigner à ce terrain peu connu une place définitive dans la série géologique.

M. Meugy fait observer que la dépression signalée par M. Delanoüe en Belgique s'étend assez loin en France. Il croit que cette dépression fait partie d'un système général d'abaissement qui s'observe dans les couches carbonifères en allant de Belgique en France. Il rappelle qu'il a déjà attiré l'attention de la Société sur cet abaissement dans une des dernières publications du *Bulletin*.

M. J. Delanoüe ne conteste pas, il admet au contraire pleinement les assertions de M. Meugy sur l'inclinaison générale du sol de la contrée qui est si bien accusée du reste par la direction de l'Escaut ; mais cette vallée d'érosion qui sillonne le terrain houiller, dans le sens de ses couches, n'est qu'un fait exceptionnel qui rompt l'uniformité à peu près générale de la surface des terrains paléozoïques.

M. Hébert dit que les sables ferrugineux du bassin de Paris, ceux du Boulonnais et ceux du pays de Bray, appartiennent très probablement au gault. Il rappelle que M. Ébray a trouvé à Cosne, au-dessous de ces sables, une assise fossilifère très riche en *Ammonites mamillaris*, etc., et au-dessus une autre couche également riche, où se trouvent les *Ammonites inflatus* et *Deluci;* il a vérifié cette découverte intéressante de M. Ébray. Dans l'opinion de M. Hébert, les sables ferrugineux du bassin de Paris seraient très différents de ceux du terrain wealdien d'Angleterre ; rien ne prouverait jusqu'ici qu'il y ait du terrain wealdien dans le nord de la France.

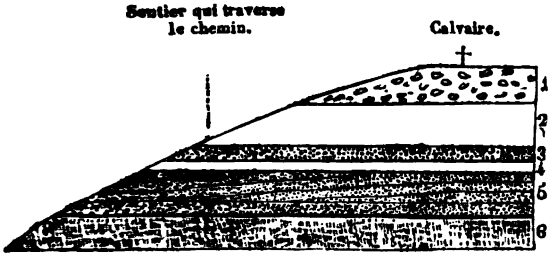
A l'occasion de la note présentée par M. Delanoüe, M. Gosselet fait la communication suivante :

*Note sur l'existence du gault dans le Hainaut;*
par M. J. Gosselet.

M. Delanoüe vient d'appeler l'attention des géologues sur un ensemble de sables ferrugineux, d'argile et de lignites qui existe

à la base du terrain crétacé, dans les environs de Mons. Il demande si l'on n'aurait pas de notions précises sur l'époque de cette formation. Je crois pouvoir répondre à la question que M. Delanoue vient de poser ; mais, pour pouvoir fixer nettement l'âge de ces sables ferrugineux, il faut sortir du pays de Mons et étudier les environs de Fourmies, département du Nord. Là, le sable ferrugineux a une grande épaisseur. On l'observe à Wignehies, entre Fourmies et Ferou, à Couplevoie, dans le bois de Glageon. Le sable que l'on voit dans ce dernier point a les grains très gros, *agglutinés par de* l'oxyde de fer, et constitue un grès semblable au grès ferrugineux du pays de Bray.

A 400 mètres au nord de l'église de Wignehies se trouve un calvaire d'où partent plusieurs chemins ; l'un d'eux se dirige à l'E. : c'est un petit chemin couvert. On y voit la coupe suivante :




1. Argile avec silex (quaternaire). . . . . 2m,50
2. Sable vert très argileux, . . . . . 3m,80
3. Petite couche de sable ocreux, avec grains verts et *Turritella Vibrayana* . . . . . 0m,20
4. Lit d'argile ocreuse. . . . . 0m,30
5. Sable à grains moyens, avec points de glauconie à la partie supérieure, et légères couches d'argile intercalées. . 3m,00
6. Gros sable ferrugineux. . . . . 2m,00 visible.

Je ne puis donner que des épaisseurs approximatives, car les talus sont très peu élevés au-dessus du niveau du chemin, et d'ailleurs éboulés. M. Meugy a signalé cette coupe, et indiqué le banc à Turritelles (1). Il rapporte le sable à gros grains à l'aachénien de Dumont, et le lit coquillier avec le sable vert qui le surmonte au nervien (Dumont), c'est-à-dire au lower green-sand, au gault et à l'upper green-sand.

Ce savant ingénieur indique aussi un puits creusé à cinquante

(1) *Mémoires de la Société des sciences, d'agriculture et des arts de Lille*, 1851, p. 139.

pas de là, près du calvaire (1); il y cite les couches suivantes, de haut en bas :

| | |
|---|---|
| Argile jaune . . . . . | $0^m,45$ |
| Argile avec cailloux. . . . . | $3^m,00$ |
| Glaise sableuse, d'un vert foncé . . . . . | $3^m,00$ |
| Glaise bleue, charbonneuse, avec pyrites. . | $2^m,00$ |
| Sable jaune et gravier avec lignite. . . . . | $4^m,45$ |

La couche de glaise charbonneuse, qui, en ce point, a une épaisseur de 2 mètres, ne se voit pas dans le chemin dont je viens de parler; elle est donc très irrégulière, et c'est le caractère que M. Delanoüe vient d'assigner, avec de justes raisons, à l'argile ligniteuse dans le dépôt qui nous occupe.

Si l'on suit le chemin qui se dirige du calvaire de Wignehies vers le N., au hameau des Egurcies, on voit une coupe analogue à la précédente. En dessous du sable vert argileux sans fossiles, on trouve un autre sable jaune avec des grains de glauconie, et alternant avec de petites couches d'argile; il renferme à sa partie supérieure de nombreux fossiles, dont voici la liste :

| | |
|---|---|
| *Serpula filiformis*, Sow. | *Solarium moniliferum*, Michelin |
| — *quinquangulata*, Rœm. (2). | *Turritella Vibrayana*, d'Orb. |
| — *antiquata*, Sow. | *Dentalium*, nov. sp. |
| *Acteon*, nov. sp. | *Nucula pectinata*, Sow. |
| *Natica Dupinii*, Leym. | *Ostrea canaliculata*, d'Orb. |

Tous ces fossiles sont caractéristiques du gault, et constituent dès lors un horizon bien net. Les sables à gros grains chargés d'oxyde de fer, que l'on voit en dessous, sont les représentants des sables ferrugineux de Bourgogne, du pays de Bray, du bas Boulonnais; quant aux sables verts argileux qui surmontent la couche

(1) *Loc. cit.*, p. 137.

(2) MM. Pictet et Renevier ont cru devoir réunir la *Serpula quinquangulata* de Rœmer avec la *S. cincta*, Gold., dont elle diffère cependant par l'absence de bourrelets transversaux. Les savants paléontologues suisses pensent que l'échantillon figuré par M. Rœmer est incomplet, et qu'on ne peut tirer un caractère spécifique de l'absence de bourrelets sur des tubes aussi courts. Les Serpules que j'ai trouvées à Wignehies répondent exactement à la description que ces auteurs ont donnée de la *S. cincta* de la Perte-du-Rhône, à cela près qu'elles sont moins grosses et qu'elles ne présentent pas de bourrelets transversaux. Comme elles sont complètes, je crois devoir les rapporter à la *Serpula quinquangulata*, Rœm., que je considère comme une espèce distincte

coquillière, on doit les rapporter à la craie chloritée; car à Grandbois, hameau d'Elraungt, à 3 kilomètres au nord du point qui nous occupe, on trouve dans ces sables verts l'*Ostrea conica.*

L'existence du gault, dans cette localité du département du Nord, n'est pas un fait isolé ; il y a dans la collection d'Alexandre Brongniart, léguée à la Sorbonne par la famille de ce savant, des fossiles provenant d'un forage fait à Cantin, près Douai. Ces fossiles sont dans une argile bleue ; parmi eux on reconnaît l'*Inoceramus sulcatus,* qui est également caractéristique du gault, et indique la présence de cet étage dans un point où on ne l'avait pas encore soupçonné. On doit probablement rapporter de même au gault des argiles et des lignites qui ont été traversés par les forages et les puits de mine dans le Nord et le Pas-de-Calais, et que les ouvriers ont désignés sous le nom de *torrent* ou même de *tourtia* (1). Du reste, la note de M. Ebray, que M. Hébert vient de signaler à la Société, augmente considérablement l'épaisseur et l'importance du gault, et nous force à y placer les sables ferrugineux, c'est-à-dire tout le *torrent* des mineurs.

Puisque l'on doit admettre que le terrain aachénien du Hainaut est du gault, nous rangerons dans cet étage les argiles à poteries et les lignites d'Hautrage, de Beaudour, de Bracquegnies, que Dumont et M. Meugy (2) considèrent comme aachéniens.

Je crois que l'on doit aussi placer dans le gault les cendres pyriteuses accompagnées d'argile et de sables blancs de Sars-Poteries et de Sains, dans l'arrondissement d'Avesnes; toutefois ces deux localités sont considérées comme tertiaires éocènes par les auteurs de la carte géologique de la France, par Dumont (3), par M. Meugy (4). Je crois donc avoir détaillé les raisons qui me font admettre une opinion contraire à de si importantes autorités.

Les cendrières les plus importantes des environs de Sars-Poteries sont situées sur le champ d'Offy, entre Dimechaux, Dimont et Sars-Poteries. En réunissant les coupes de trois excavations situées les unes près des autres, on obtient la coupe suivante de haut en bas :

---

(1) Dans le langage des mineurs, le mot de *torrent* désigne généralement des sables ferrugineux qui livrent à l'eau un passage facile, et le mot de *tourtia*, le gompholite ou poudingue qui renferment les fossiles de la craie de Rouen.

(2) *Loc. cit.*, p. 138.

(3) *Carte géologique de la Belgique et des contrées environnantes.*

(4) *Loc. cit.*, p. 138.

| | |
|---|---|
| Argile avec cailloux (quaternaire). . . . | 0m,20 |
| Sable jaunâtre. . . . . | 1m,50 |
| Cendres noires. . . . . | 1m,00 visible. |
| Argile plastique violacée. . . . . | 0m,05 |
| Sable ferrugineux à grains fins. . . . . | 0m,50 |
| Sable blanc, fin, présentant quelques lits ferrugineux. . . . . | 3m,00 visibles. |

Ces couches sont très inégales : ainsi la couche de cendre qui en un point a 1 mètre, quelques pas plus loin n'a que 0m,50. La couche d'argile devient très épaisse quand on se dirige vers Les Fontaines. Elle renferme des fragments de végétaux charbonnés semblables à de la braise, comme à Hautrage.

Un fait à remarquer, c'est la réunion des cendres et du sable blanc. On peut dire que ces deux roches s'accompagnent toujours. Ce sable est très recherché pour les verreries. Dans une des excavations citées, il y a un banc de grès blanc très friable.

A 2300 mètres au sud de ce point, et à un niveau inférieur de 9 mètres environ, se trouve la cendrière Rincheval, où les cendres sont encore recouvertes par du sable fin jaunâtre. Près de là comme dans tous les environs de Sars-Poteries, on exploite un argile plastique bleue. Au hameau de Vangille, commune de Damousies, à 3 kilomètres au nord d'Offy, on extrait de l'argile tou à fait semblable pour les poteries de Ferrières.

Entre le champ d'Offy et la cendrière Rincheval, et à 700 mètres au nord de cette dernière, sur le bord de la route d'Avesnes Solre-le-Château, on trouve du gros sable jaune avec rognons d silex pyromaque.

Enfin, à l'entrée de Sars-Poteries par le chemin de Beugnies, y a une sablière où l'on exploite du sable à grains moyens. C sable, qui renferme de petits lits de cendres, du fer géodique un banc de grès blanc friable, est presque au même niveau que gros sable jaune précédent, et n'en est séparé que par un interval de 800 mètres.

Il me semble impossible de séparer ces gros sables blancs jaunes de Sars-Poteries des sables jaunes de la cendrière Rinchev et des sables blancs du champ d'Offy; ils n'en sont que la par inférieure.

Passons à l'examen de la deuxième localité qui nous offre d cendres : c'est la ferme du Defriché, sur le territoire de Sair entre ce village et Trélon. Cette cendrière ne nous apprend grand'chose; on y trouve des cendres, du sable blanc à grains f et des rognons de silex pyromaque.

A 600 mètres au sud de ce point se trouve une sablière où l'on voit la succession de couches suivante :

| | |
|---|---|
| Sable jaune fin. . . . . | $3^m,00$ |
| Sable blanc fin. . . . . | $0^m,10$ |
| Sable noirâtre ou jaunâtre, à grains plus gros. . . . . | $3^m,00$ |
| Gravier avec minerai de fer et silex pyromaque. . . . . | puiss. inconnue. |

*Je ne puis faire* autrement que de considérer ces sables fins et grossiers comme appartenant à un même étage que les sables et les cendres sus-mentionnés.

A la haie de Trélon, près du bois de Glageon, on tire un sable fin, *blanc*, violet ou jaunâtre, variant de couleur par places et non point par lits. D'après les ouvriers, au fond de cette exploitation, qui a environ 20 mètres de profondeur, il y a de l'argile à poterie et de l'argile noire comme du charbon, des lignites probablement pyritifères, et au-dessous de cette argile on trouve de la mine jaune (*limonite*). En effet, à quelques pas plus loin, il y a des puits pour *l'extraction* de la mine de fer; elle est recouverte par une argile plastique grise, qui est accompagnée de lignite pyritifère.

Il me semble résulter de ce qui précède qu'il existe dans l'arrondissement d'Avesnes un étage formé de sables tantôt blancs, tantôt violets, tantôt jaunes, dont les grains deviennent de plus en plus gros à mesure que l'on descend, et où l'on trouve subordonnés de l'argile plastique grise, des cendres, de la mine de fer et des rognons de silex pyromaque. La mine de fer et le silex pyromaque se trouvent surtout à la partie inférieure.

Recherchons maintenant quel peut être l'âge de cet étage. Il est impossible de ne pas être frappé de l'analogie des sables fins à la partie supérieure, gros inférieurement, de Sars-Poteries et de Sains, avec ceux que j'ai indiqués à Wignehies, et dans lesquels j'ai trouvé les fossiles du gault. Cette analogie deviendra plus frappante si l'on examine la coupe du puits de Wignehies, que j'ai donnée au commencement de cette note, d'après M. Meugy. La couche de glaise bleue charbonneuse et pyritifère paraît représenter exactement l'argile avec cendres pyriteuses de Sains et de Sars-Poteries. L'habile ingénieur que je viens de citer admet l'analogie des gros sables de Sars-Poteries avec ceux de Wignehies; il l'a même signalée le premier; mais pour lui les lignites de Sars sont tertiaires, tandis que ceux de Wignehies sont à la base du terrain crétacé.

Du reste, l'idée de rapporter les cendres d'Offy et de Sains au

gault n'est pas neuve, je crois; car M. d'Archiac, après avoi parlé des sables verts et des lignites de Leuze et de la Folie-Not admet que la coupe de Wignehies donnée par M. Meugy n'es qu'une répétition de ces mêmes terrains avec quelques modifications locales; puis il ajoute : « Nous ne pouvons voir dans ce petits lambeaux épars de sables verts, de grès, d'argiles pyriteuse ou non et de débris charbonnés, que des représentants plus o moins variables du gault, et peut-être çà et là quelques rudiment de la craie tuffeau, certains grès rappelant par leur aspect la gaiz des Ardennes (1). »

En effet, rien n'était plus naturel que de penser que ces cendre appartiennent au même horizon que celles de la Folie-Not prè d'Aubenton, c'est-à-dire au gault.

Quant à l'âge des minerais de fer, M. Meugy aura toujour l'honneur d'avoir découvert qu'ils sont indépendants des terrain dévoniens; mais je ne puis admettre son opinion quand il le rapporte au système aachénien « qui, dit-il, par sa position et se caractères, semble se rapprocher du terrain wealdien (2). » L minerai de fer se trouve à divers états dans tous les étages, mai en beaucoup plus grande abondance, on doit le reconnaître, dan les gros sables, et il est impossible de placer ceux-ci autre par que dans le gault ou dans les sables qui dans d'autres pays lu sont immédiatement inférieurs.

Si l'on objecte à mon opinion que les divers dépôts de sabl blanc et de cendres sont à des hauteurs différentes; que ceux d Sains et d'Offy, se trouvant à des niveaux plus élevés, doiven être considérés comme postérieurs, je ferai d'abord remarque qu'il n'y a rien d'étonnant à ce que les gros sables se trouvent un niveau plus bas que les sables fins, puisqu'ils forment la parti inférieure du système; de plus, la différence de niveau est bie peu considérable, quelques mètres à peine. Ainsi les sables jaune à gros grains, qui sont sur la route d'Avesnes à Solre-le-Château et que M. Meugy range dans le terrain aachénien, sont à pein inférieurs de 1 mètre à la couche de cendres de Rincheval que c même géologue rapporte aux lignites du Soissonnais. Ajouton que la distance entre ces deux points n'est que de 700 mètres, e qu'à Sains il y a plus de 3 mètres de sable fin entre les cendres e le gros sable.

---

(1) *Hist. des progr. de la géol.*, IV, p. 261.

(2) *Recherches sur le terrain crétacé du nord de la France*, etc. Paris, 1855, p. 10.

D'ailleurs, en supposant même que les différences de niveau fussent plus considérables, qu'y aurait-il d'étonnant? Ces dépôts secondaires reposent sur les roches des terrains carbonifère et dévonien qui ont été redressés, plissés et ravinés avant l'époque de la formation des lignites et des sables, et, comme par conséquent ceux-ci ont dû se déposer sur un sol inégal, on comprend que les lambeaux qui nous en restent soient à des altitudes différentes.

Une seconde objection que l'on pourrait faire à l'opinion que j'ai émise serait de me demander des preuves paléontologiques. On n'a point jusqu'à cette heure trouvé de fossiles du gault dans les cendrières de Sains et de Sars-Poteries; mais on n'y a pas non plus trouvé de fossiles semblables à ceux qui caractérisent les cendrières du Soissonnais; et cette pauvreté de corps organisés ne se conçoit-elle pas mieux dans une roche de la période secondaire que dans des dépôts tertiaires où les fossiles sont toujours si abondants? D'ailleurs, lorsqu'on voit les lignites du Soissonnais finir à Holnon, près de Saint-Quentin, par une petite couche de 20 centimètres, lorsqu'on ne trouve plus de dépôts semblables dans les terrains tertiaires de Belgique, comment comprendre la formation des lignites tertiaires dans ces deux points isolés de Sains et de Sars-Poteries dont le plus rapproché d'Holnon en est encore distant de 60 kilomètres?

Enfin, il est peut-être possible de se rendre compte de l'absence de fossiles dans les cendrières de l'arrondissement d'Avesnes. Ces points sont les derniers où l'on observe le gault sur le flanc occidental de l'Ardenne. Déjà le gault de Wignehies, par sa nature minéralogique et par l'abondance des gastéropodes qu'il renferme, représente un dépôt littoral. Ne peut-on pas supposer que les sables de Sains et de Sars sont des espèces de dunes au milieu desquelles il y avait des lagunes où se sont déposés les lignites. C'est ainsi que dans le terrain tertiaire parisien des géologues du plus grand mérite regardent comme des dunes les amas si puissants de sables de Beauchamp, de la forêt de Senlis et de Mortfontaine, que l'on voit près de Pont-Sainte-Maxence. Ils se fondent précisément sur ce que ces dépôts ne renferment que peu de fossiles, sont hors de la limite de l'ancien rivage si bien tracé par les galets et les gastéropodes que l'on voit dans ces mêmes sables à Auvers, à Meriel, etc.

Il me reste une dernière remarque à faire. Le gault ne se trouve que par lambeaux rares et isolés dans l'arrondissement d'Avesnes. A des endroits qui devaient être situés dans les limites de la mer du gault, à Sassegnies, à Cartignies, à Etraungt, etc., le poudingue

ou le sable vert de la craie chloritée repose directement sur les terrains primaires. On doit donc admettre qu'entre le gault et la craie chloritée il y a eu une vaste dénudation qui a enlevé la plus grande partie de ce terrain.

De tous les faits que je viens de présenter, on peut, ce me semble, déduire les conclusions suivantes :

1° Le gault caractérisé par les fossiles existe dans le département du Nord à Wignehies, à Cantin près Douai ;

2° Les cendres pyriteuses et les argiles à poteries de Sains et de Sars-Poteries doivent être rapportées au gault ;

3° Les sables à gros grains qui constituent le *torrent* des mineurs représentent les grès ferrugineux de Bourgogne et du bas Boulonnais ;

4° L'argile du gault et les sables ferrugineux forment un ensemble d'assises intimement unies et nettement séparées, inférieurement, du terrain néocomien qui n'existe pas dans le département du Nord, supérieurement, de l'étage de la craie chloritée dont ils sont séparés par une stratification discordante.

MM. Meugy et Delanoüe demandent des preuves positives du fait qu'avance M. Gosselet ; ils assurent que les sables du gault et du terrain tertiaire sont faciles à distinguer dans le nord de la France. M. Meugy ajoute que, pour différencier les sables du terrain crétacé de ceux du terrain tertiaire, il s'est basé principalement sur les caractères minéralogiques et stratigraphiques.

---

## *Séance du* 6 *décembre* 1858.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT, *vice-président.*

M. Albert Gaudry, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

### DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de S. A. I. le prince ministre de l'Algérie et des colonies, *Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger*, in-4, 349 p. Paris, 1858, imprimerie impériale.

De la part de M. G. Cotteau, *Échinides nouveaux ou peu connus* (extr. de la *Revue et magasin de zoologie*), in-8, n° 5, 1858, 12 p., 2 pl.

De la part de M. Giulio Curioni, *Appendice alla memoria sulla successione normale dei diversi membri del terreno triasico nella Lombardia* (est. dall. *Mem. dell' I. R. Istituto Lombardo di scienze*, etc., 21 genn. 1858), in-4, 19 p., 1 pl.

De la part de M. A. Étallon, *Études paléontologiques sur le haut Jura. — Rayonnés du corallien* (extr. des *Mém. de la Société d'émulation du Doubs*), in-8, ff. 1 à 3, pages 1 à 48, 1re livraison.

De la part de M. Bonaventura Gravina, *Progetto della villa pubblica di Catania*, in-4, 30 p., 1 pl. Catania, septembre 1858.

De la part de M. A. Leymerie :

1° *Esquisse géognostique des Pyrénées de la Haute-Garonne*, etc., in-8, 87 p. Toulouse, 1858, chez Louis Gimet et Ed. Privat.

2° *Mémoire sur l'hémiédrie* (extr. des *Actes de la Soc. linn. de Bordeaux*, t. XXI, 4e et 5e livraisons), 1re partie, in-8, 15 p.

De la part de M. H. Mairand, *Mémoire sur les dépôts littoraux observés de Nantes à Bordeaux* (ext. des *Actes de la Soc. linn. de Bordeaux*, t. XXII, 1re livraison), 31 p., 1 pl.

De la part de M. Jules Marcou :

1° *American geology. — Letter on some points of the geology of Texas, New-Mexico, Kansas, and Nebraska, addressed to MM. F. B. Meek and F. V. Hayden*, in-8, 16 p. Zurich, 1858, chez Zürcher et Furrer.

2° *Notes pour servir à une description géologique des montagnes Rocheuses* (tiré des *Archives des sciences de la Bibliothèque universelle de Genève*, juin 1858), in-8, 22 p.

De la part de M. Hardouin Michelin, *Revue des espèces connues et nouvelles du genre* Mellita, *famille des Clypéastroïdes. Notice relative aux descriptions des Échinides* (extr. des *Revue et magasin de zoologie*, n° 8, 1858), in-8, 12 p., 2 pl.

De la part de M. Alexandre Vézian :

1° *Observations sur le terrain nummulitique de la province*

*de Barcelone* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. XIV, p. 355), in-8, 19 p.

2° *Essai d'une classification des terrains compris entre la craie et le système miocène exclusivement* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. XV, pp. 433-456).

De la part de M. Aug. de Caze :

1° *Sur une correspondance inédite entre Linné et Bernard de Jussieu*, in-8, 7 p.

2° *Rapport sur un volume des Mémoires de l'Institut Smithsonien de Washington*, in-8, 12 p.

Ces deux notes sont extraites du *Précis de l'Ac. imp. des sciences, etc., de Rouen, année* 1856-1857.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1858, 2e semestre, t. XLVII, nos 20 à 22.

*Annales des mines*, 5e série, t. XII, 6e livraison de 1857 ; t. XIII, 1re, 2e et 3e livraisons de 1858.

*L'Institut*; nos 1298 à 1300, 1858.

*Réforme agricole*, par M. Nérée Boubée, n° 118, 11e année, octobre 1858.

*Répertoire de chimie pure et appliquée*, 1re livraison, octobre 1858.

*Mémoires de l'Académie imp. des sciences, etc., de Toulouse*, 5e sér., t. II, 1858, in-8.

*The Athenæum*, nos 1621 à 1623 ; 1858.

*Neues Jahrbuch*, etc., de MM. Leonhard et Bronn, 1858, 5e cahier.

*Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt*, etc., du Dr A. Petermann, 1858, 9e livraison.

*Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales*, t. VIII, n° 8, novembre 1858.

*Revista minera*, t. IX, nos 204 et 205, 15 novembre et 1er décembre 1858.

*Bulletin de la classe physico-mathém. de l'Acad. imp. des sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XVI, 1858, in-4.

*The american journal of science and arts*, by Silliman, vol. XXVI, novembre 1858, n° 78.

*The Canadian naturalist and geologist*, etc., vol. III, octobre 1858, n° 5, in-8.

M. Delesse présente, de la part de M. J. Marcou, professeur à l'École polytechnique de la Suisse, une note insérée dans les archives de la *Bibliothèque universelle* (juin 1858), qui est relative à la géologie des montagnes Rocheuses (1). Si l'on fait deux coupes aux extrémités des montagnes Rocheuses et à plus de 9 degrés de latitude, on traverse des terrains qui sont à peu près les mêmes. C'est ce qu'on peut facilement constater en jetant les yeux sur le tableau suivant, qui donne la série des terrains observés par M. Marcou vers le 35e degré de latitude, et par MM. Hayden et Meek, dans les Black-Hills, entre le 43e et le 44e degré de latitude.

| *Série par le 35e degré de latitude, d'après M. Marcou, en 1853.* | | *Série dans les Black-Hills, d'après MM. Hayden et Meek, en 1858.* |
|---|---|---|
| Granite. | | Granite. |
| Roches métamorphiques. | | Roches métamorphiques. |
| Carbonifère inférieur ou calcaire de montagne. | | Grès de Potsdam ou silurien inférieur. |
| Carbonifère supérieur ou terrain houiller. | | Terrain carbonifère. |
| Calcaire magnésien ou permien. | Nouveau grès rouge. | Permien. |
| Grès bigarré<br>Muschelkalk<br>Keuper | ou trias. | Trias. |
| Formation jurassique. | | Formation jurassique. |
| Néocomien. | | Formation crétacée. |
| Crétacé supérieur ou craie blanche. | | |
| Tertiaire, quaternaire et volcans éteints. | | Tertiaire, quaternaire et basaltes. |

M. Parès lit l'extrait suivant d'une lettre adressée à M. Viquesnel par M. A. Boué, de Vienne.

Le professeur Unger a découvert en Egypte deux végétations d'arbres appartenant à des époques géologiques bien différentes. Les grès rouges de la Nubie, que M. Russegger avait à tort classés

(1) *Notes pour servir à une description géologique des montagnes Rocheuses.* — *Letter on some points of the geology of Texas, New-Mexico, Kansas and Nebraska*, addressed to MM. F. B. Meek and Hayden.

dans les terrains de la période crétacée, ne contiennent que des végétaux de l'âge du *Rothliegende* ou du grès rouge secondaire ancien, tandis que les grès sur la route du Caire à Suez, et ce qu'on a quelquefois désigné sous le nom de *forêt pétrifiée*, renferment des coquilles d'eau douce et des végétaux de l'époque tertiaire. Les troncs pétrifiés sont tous divisés en tronçons par des fentes perpendiculaires qui ont été produites, selon M. Unger, par des causes thermométriques, c'est-à-dire par des alternatives de chaleur et de froid.

La seconde édition des *Tableaux pittoresques des végétations des mondes*, par le professeur Unger, a paru à Munich, avec trois planches supplémentaires, savoir : une planche de Calamites du terrain houiller ancien, une planche de végétaux de l'époque dévonienne, la dernière de végétaux de l'époque silurienne. L'édition française est complétement séparée de l'édition allemande. On peut avoir les planches coloriées. Les couleurs font ressortir d'une manière plus saisissante les différences que présentent ces végétations d'âges si divers.

M. le vicomte d'Archiac dit qu'il serait fort intéressant d'avoir des renseignements précis sur l'âge des grès de la Haute-Égypte, que M. Unger rapporte au *roth totliegende*; jusqu'à présent on n'a pas encore indiqué dans la Haute-Égypte des fossiles d'une période plus ancienne que celle de la craie.

M. Hébert présente la communication suivante de M. Renevier :

*Lettre à M. Ed. Hébert « Sur l'âge relatif de la craie de Rouen et des grès verts du Mans, et sur la composition de l'étage cénomanien ; »* par M. E. Renevier.

Lausanne, 25 novembre 1858.

Mon cher collègue,

Je viens de lire avec un vif intérêt, dans le cahier du Bulletin qui contient la séance du 18 mai 1857, votre notice sur les rapports de la craie de Rouen avec les grès verts du Mans, ainsi que toute la discussion qui a précédé et suivi. Comme je vois par cette discussion qu'un bon nombre de nos collègues considèrent encore la craie à *Ammonites rotomagensis* comme plus récente que les grès verts de la Sarthe, je crois devoir prendre la plume et déclarer que, pour ma part, je suis arrivé au même résultat que vous et

que MM. Coquand et Triger, savoir, que *la craie de Rouen à* A. rotomagensis *est plus ancienne que les couches du Mans à* Terebratella Menardi *et à* Ostrea biauriculata.

Mes études prolongées sur les terrains crétacés de l'Angleterre, de la France et de la Suisse, et surtout un séjour de deux mois au Mans, consacré presque exclusivement à la géologie, et à celle de l'étage cénomanien en particulier, me donnent, je crois, le droit d'émettre une opinion sur ce sujet. L'importance de la question controversée m'engage à concourir, selon mon pouvoir, à sa solution.

Pendant mon séjour dans la Sarthe, j'ai étudié l'intéressante localité de Mézière-sous-Ballon, et je puis en tous points confirmer la coupe que vous en donnez *Bull.*, 2e série, t. XIV, p. 733.

J'ai pu de même étudier les environs de la Ferté-Bernard. J'y ai vu, sur la gauche de la vallée, et surtout près du village de Cherraux, la craie chloritée dont vous parlez p. 735. Elle forme la base de toutes ces collines, dont le sommet est recouvert par le sable rougeâtre désigné dans le pays sous le nom de *roussard*. L'âge de ce sable ne me laisse aucun doute ; je l'ai rencontré également sur le côté droit de la vallée, à une petite distance au nord de la gare. Dans cette localité j'ai trouvé, vers la partie supérieure de cette assise de sable qui y atteint une grande épaisseur :

*Trigonia sulcataria*, Lamk.
*Pectunculus subconcentricus*, Lamk.
*Janira lævigata*, Drouet, sp. (*J. phaseola*, d'Orb.).
*Ostrea columba*, Desh. (*var. minor*).

et d'autres espèces se rapportant généralement à celles que l'on trouve dans les assises supérieures ou moyennes des grès verts du Mans.

Les espèces les plus abondantes dans cette localité sont l'*O. columba*, et surtout la *Trigonia sulcataria*. Cette dernière y atteint une taille un peu plus forte que dans les couches que l'on observe sur la route du Mans à Yvré-l'Évêque. Elle y est aussi beaucoup mieux conservée, et se présente quelquefois dans un rare degré de perfection, soit par valves isolées et entièrement dégagées comme vos coquilles tertiaires du bassin de Paris, soit avec ses deux valves réunies.

Les espèces que je viens d'indiquer ne peuvent laisser aucun doute sur l'âge de ces sables ferrugineux qui représentent incontestablement les assises moyennes ou supérieures des grès verts du Mans.

Jusqu'ici nous sommes donc parfaitement d'accord ; mais je crois pouvoir aller plus loin que vous en prouvant que *la zone à* A. rotomagensis *se retrouve aux environs mêmes du Mans*, dans une position analogue à celle que nous venons de constater pour la Ferté Bernard, c'est-à-dire *inférieure aux couches à* Trigonia crenulata, *et à plus forte raison inférieure à l'horizon des* Ostrea biauriculata, O. columba, etc.

Étudions d'abord la série des couches des grès verts du Mans telle que l'a établie M. Guéranger, de qui je la tiens. Ce géologue distingue de haut en bas, dans les environs de cette ville, les assises suivantes :

*a*. Sable marneux, blanchâtre, avec *Ditrupa*, *Terebratula phaseolina*, Lamk., etc. ; — s'observe au Perrais et sur la route de Neuville près Saint-Pavace. Cette même couche se retrouve à Mézière-sous-Ballon, immédiatement au-dessous du tuffeau exploité, à *Inoceramus mytiloides*, Brong.

*b*. Argile jaunâtre ou rougeâtre, à *Ostrea Baylei*, Guér., *O. canaliculata* (Sow. sp.), d'Orb., *O. carinata*, Lamk., *O. columba*, Desh., etc. ; — se trouve au-dessous de la précédente dans les deux mêmes localités des environs du Mans.

*c*. Grès blanc calcaire, à *Janira lævigata*, Drouet, sp., *O. columba*, Desh., et *Cassidulus* ; — s'observe au Perrais et à Coulaines.

*d*. Marne ou grès marneux blanchâtre, à *O. biauriculata*, Lamk., *O. plicata*, Lamk., sp. (*O. flabella*, d'Orb.), *O. columba*, Desh., et *O. vesiculosa*, Sow., sp. ; — s'observe au Perrais, au Luart, et à la rue Négrier, près de chez M. Triger.

*e*. Marne jaune, à Caprotines avec *Trigonia sulcataria*, Lamk., *T. Pyrrha*, d'Orb., *Caprotina costata*, d'Orb., *Radiolites Fleuriausa*, d'Orb., etc. ; — s'observe au Perrais et à la rue Négrier sous la précédente.

*f*. Grès marneux blanchâtre, avec *Nautilus alternatus*, Guér., *Nerinea monilifera*, d'Orb., *Globiconcha rotundata*, d'Orb., *Pterodonta inflata*, d'Orb., *Pterocera incerta*, d'Orb. ; — s'observe au Perrais et au Luart.

*g*. Sable marneux, gris blanc, avec *Terebratula Menardi* (Lamk.), d'Orb., et Bryozoaires ; — s'observe au Rocher et aux Caves. C'est probablement cette même couche qui se retrouve très riche en fossiles à Yvré-l'Évêque et à la Trugale.

*h*. Grès rougeâtre, à *O. columba*, Desh., pointes d'Oursins et Bryozoaires ; — s'observe au Rocher.

*i*. Sable marneux blanchâtre, avec *Rhynchonella compressa* (Lamk.), d'Orb., *Ostrea diluviana*, Linn., *Gervilia*, et crustacés ; — s'observe dans la carrière de Gazonfier.

*k*. Grès dur (*Jalais*), avec *Corbis rotundata*, d'Orb., *Crassatella vindinnensis*, d'Orb., *Trigonia affinis*, Mill. (in Sow.). — *T. sinuata*, d'Orb., non Park.), *Janira æquicosta* (Lamk.) d'Orb., *Pecten*

*subacutus*, Lamk., *P. elongatus*, Sow. ; — s'observe aux carrières de la Butte et de Gazonfier.

*l*. Grès caverneux, tendre, ou marne argileuse, avec *Rhynchonella Lamarkiana*, d'Orb., *Terebratula biplicata* (Brocc.), Sow., *Terebratella Menardi* (Lamk.), d'Orb. ; — s'observe à la Butte et à Gazonfier.

*m*. Argile feuilletée, à *Asterias* et *Ophiura*; — s'observe aux mêmes localités.

*n*. Grès grossier, jaunâtre, à *Ammonites rotomagensis*, Lamk., *A. Mantelli*, Sow., *Cyprina ligeriensis*, d'Orb., *Trigonia crenulata*, d'Orb., *T. quadrata*, Ag. (*T. dædalea*, d'Orb. — non Park., Sow., etc.); — s'observe dans les mêmes localités.

*o*. Alternances de sables et d'argiles, à *Ostrea lingularis*, Lamk., et *O. columba*, Desh., (var. *globulosa*, Guér.); — mêmes localités.

*p*. Grès dur, à végétaux ; — s'observe dans les mêmes localités.

La première partie de cette coupe est conforme à mes observations. Dans la seconde, je crois qu'il y a eu double emploi, et que les mêmes couches sont répétées à partir de la lettre *i*. Remarquez, en effet, que les numéros *d* et *f* s'observent principalement au Luart, *g* et *h* principalement au Rocher, c'est-à-dire au pied de la même colline, entre la grande route et la voie ferrée; tandis que la série *i* à *p* est indiquée exclusivement dans les carrières de la Butte et de Gazonfier. Or, la colline du Luart et celle dans laquelle sont creusées ces dernières carrières sont dans une position orographique toute semblable relativement à la vallée de l'Huisne, et sont proprement le prolongement l'une de l'autre. Remarquez en outre que la couche *d*, à *O. biauriculata*, se retrouve, comme j'ai pu m'en assurer, au-dessus des carrières de la Butte et de Gazonfier, sans qu'on connaisse entre elle et la couche *i* aucune trace des assises *e*, *f*, *g*, *h*.

Ajoutez à cela qu'en recueillant les fossiles sur place et en les étudiant ensuite, j'ai trouvé une analogie frappante entre les faunes respectives des couches *n*, *l*, *k* et *h*, *g*, *f'*, cette dernière lettre (*f'*) représentant une couche importante de la colline du Luart interposée entre les assises *f* et *g*, et omise dans la coupe de M. Guéranger.

Lorsque vous descendez la colline du Luart du côté opposé à la grande route, vous rencontrez une carrière abandonnée dans laquelle nous recueillîmes ensemble, en 1854, un grand nombre de *Trigonia crenulata*, d'Orb., de *T. affinis*, Mill., et surtout de *T. sulcataria*, Lk. Cette dernière espèce se retrouve en abondance dans une roche dure, prolongement de celle de la carrière, et qui s'observe au bord de la grande route près du chemin qui

monte au Luart. C'est cette couche à *T. crenulata* que je viens de désigner par la lettre *f'*.

Voici donc comment je crois pouvoir établir la succession des couches à partir du niveau de l'*Ostrea biauriculata*.

| | BUTTE ET GAZONFIER. | LUART (PERRAIS *pro parte*). |
|---|---|---|
| Assises supérieures (pars). | *d.* Couche à *O. biauriculata.* | *d.* Couche à *O. biauriculata*, |
| | . . . . . | *e.* Couche à Caprotines. |
| Assises moyennes. | *i.* Couche à *Ostrea diluviana*, crustacés, etc. | *f.* Couche à *Naut. alternatus*, et gastéropodes. |
| | *k.* Jalais à *Trigonia affinis*, *Crassatella vindinnensis*, etc. | *f'.* Couche à *Trig. sulcataria*, *Trig. affinis*, etc. |
| | *l.* Couche à *Terebratula biplicata*, *Terebratella Menardi*, etc. | *g.* Couche du Rocher, à *Terebratella Menardi*, et bryozoaires. |
| | *m.* Couche à *Asterias* et *Ophiura.* | . . . . . |
| Assises inférieures. | *n.* Grès grossier jaunâtre, à *A. rotomagensis*, *A. Mantelli*, *Scaph. æqualis*, *Trigonia crenulata*, *T. quadrata*, *T. spinosa.* | *h.* Couche rougeâtre, à *Naut. Largilliertianus*, *Scaph. æqualis*, et contenant beaucoup de moules de bivalves et d'Oursins. |
| | *o.* Couche à *Ostrea lingularis.* | . . . . . |
| | *p.* Grès durs, à végétaux. | . . . . . |

Ce sont ces assises inférieures, et spécialement celle désignée par *n* dans la première colonne, qu'on observe à la partie la plus profonde des carrières des Buttes et de Gazonfier, et la couche *h* de la seconde colonne, qui se trouve à découvert dans le fond de la carrière du Rocher, à la base de la colline du Luart, entre la grande route et le chemin de fer, que j'assimile à la craie à *A. rotomagensis* de Rouen, de Nogent et de la Ferté-Bernard.

La présence de l'*Am. rotomagensis* dans l'assise *n* ne repose pas uniquement sur la respectable autorité de M. Guéranger; j'en ai recueilli moi-même plusieurs exemplaires sur les lieux ; je les ai soigneusement comparés avec de nombreux échantillons que j'ai rapportés de Rouen, et je puis déclarer qu'ils sont parfaitement conformes au type. Je crois me souvenir que cette même espèce a été retrouvée au Rocher, dans la couche *h* ; mais je ne

pourrais pas l'affirmer. Je signalerai en outre les espèces suivantes que j'ai recueillies moi-même dans les assises *n* et *h*, et que j'ai pu identifier également avec des échantillons rapportés de Rouen.

*Nautilus Largilliertianus*, d'Orb. (assise *h*).
*Scaphites æqualis*, Sow. (assises *n* et *h*).
*Corbis rotundata*, d'Orb. (assises *n* et *h*).
*Trigonia spinosa*, Park. (assise *n*).
*Janira quinquecostata* (Sow.), d'Orb. (assise *h*).
*Pecten orbicularis*, Sow. (assise *n*).

Ce nombre n'est pas très considérable, il est vrai, mais ne perdez pas de vue qu'il ne s'agit que d'espèces que j'ai recueillies moi-même, d'une part, dans les couches inférieures du Mans, et de l'autre à Rouen, et que mon séjour a été court, surtout dans cette dernière localité. Par contre, la riche collection de M. Guéranger renferme encore un bon nombre d'autres espèces qui se retrouvent dans les couches de Rouen à *A. rotomagensis*. Si je consulte son *Répertoire paléontologique de la Sarthe*, en éliminant tous les fossiles qui ne sont pas cités du Mans, mais bien d'autres localités cénomaniennes, telles que la Ferté-Bernard, etc., j'y trouve pour le moins 22 espèces caractéristiques de la craie à *A. rotomagensis* de Rouen, et la plupart de ces espèces, sinon toutes, proviennent, ainsi que j'ai pu m'en assurer sur les lieux, des assises inférieures des grès verts du Mans.

Ces espèces sont les suivantes :

*Nautilus Largilliertianus*, d'Orb.
*Ammonites rotomagensis*, Lamk.
*A. Largilliertianus*, d'Orb.
*A. Mantelli*, Sow.
*A. navicularis*, Mant.
*A. varians*, Sow.
*Baculites baculoides*, d'Orb.
*Hamites simplex*, d'Orb.
*Scaphites æqualis*, Sow.
*Turrilites costatus*, Lamk.
*Avellana cassis*, d'Orb. Citée par M. Guéranger sous le nom de *Avellana cenomanensis*.
*Pleurotomaria Mailleana*, d'Orb.
*Pholadomya Mailleana*, d'Orb.
*Corbis rotundata*, d'Orb.
*Trigonia crenulata*, Lamk, Citée de Rouen par d'Orbigny, dans le *Prodrome*.
*T. spinosa*, Park.
*Arca Galliennei*, d'Orb.

*Janira quinquecostata* (Sow.), d'Orb.
*Pecten elongatus*, Lamk.
*P. orbicularis*, Sow. Cette espèce n'est pas citée de Rouen dans le *Prodrome*, mais je l'en ai rapportée moi-même.
*Ostrea canaliculata* (Sow.), d'Orb.
*Rhynchonella compressa* (Lamk.), d'Orb.

Ces 22 espèces me paraîtraient déjà un argument assez fort pour paralléliser les assises inférieures du Mans avec la craie à *A. rotomagensis* de Rouen, bien que la composition minéralogique en soit tout à fait différente; mais les observations qui suivent renforcent encore les preuves de cette assimilation.

Le faciès des assises inférieures du Mans est essentiellement différent de celui des couches de Rouen. Lorsqu'on récolte des fossiles dans cette dernière localité, le tiers environ de la récolte consiste en céphalopodes, lesquels abondent en espèces et en individus, tandis que cet ordre a fort peu de représentants dans les grès verts du Mans, et que le petit nombre d'espèces citées y sont toutes passablement rares. Or, parmi les 22 espèces que je viens d'énumérer, il se trouve 10 céphalopodes, c'est-à-dire que *presque tous les céphalopodes des assises inférieures du Mans sont des espèces caractéristiques de Rouen*. Il nous semble que voilà une confirmation qui en vaut bien la peine. J'ajouterai qu'une étude consciencieuse des deux faunes augmenterait sans doute considérablement ces rapprochements, surtout si l'on distinguait soigneusement les fossiles des assises inférieures du Mans de ceux des couches moyennes et supérieures.

Mais voici encore une autre confirmation.

Vous connaissez l'assise de marne sableuse verte, remplie de jolis petits fossiles avec test, qui se trouve à la sortie de Ballon, sur la grande route de Mamers, recouverte par la couche à *Orbitolina concava*, Lamk. M. d'Archiac en a parlé dans son *Histoire des progrès de la géologie* (vol. IV, p. 360 et 361), et a signalé avec raison les rapports de ses fossiles avec ceux de Blackdown, en Angleterre. J'ai pu récolter une bonne série de fossiles de cette localité intéressante; ils montrent, en effet, une analogie frappante avec une partie de la faune de Blackdown, et une non moins évidente avec les fossiles de l'*upper green sand* d'Angleterre, niveau inférieur à celui de l'*Ammonites rotomagensis*. Entre autres céphalopodes, j'ai trouvé, dans ces marnes verdâtres de Ballon, l'*A. falcatus*, Mant., lequel occupe généralement un niveau inférieur à l'*A. rotomagensis*. Je me crois donc parfaitement autorisé à considérer

| | | | DE BALLON. | ENVIRONS DU MANS (pour le détail, voir les coupes). |
|---|---|---|---|---|
| ÉTAGE TURONIEN (PARTIE INFÉRIEURE). | | | e Mézière-sous- c *Inoceramus* | — — |
| ÉTAGE CÉNOMANIEN | SUPÉRIEUR. | Niveau de *Ostrea biauricula* etc. | e Mézire-sous- e *Ditrupa*, *Te- phaseolina*. — ds, *Ostrea ca-* | Assises supérieures des grès verts, avec *Ditrupa*, *Terebratula phaseolina*. — *Ostrea carinata*, *O. biauriculata*, *O. columba*, — Caprotines, etc., etc. |
| | | Niveau de *Terebratella Menardi*, etc. | Mézière-sous- *Rhynchonella* na et *Terebra- rdi*, etc. — ans fossiles. | Assises moyennes des grès verts, avec *Nautilus alternatus*, *Ostrea diluviana*. — *Trigonia affinis*, *T. sulcataria*, *Rhynchonella Lamarckiana*, *Terebratella Menardi*, etc. |
| | MOYEN. | Niveau de *Ammonites rotomagensis*, etc. | à Orbitolites, *nia quadrata*, *ca*, *Orbitolina* c. | Assises inférieures des grès verts, avec *Nautilus Largilliertianus*, *Ammonites rotomagensis*, *A. varians*, *A. Mantelli*, *Scaphites æqualis*, *Trigonia quadrata*, *T. spinosa*, etc |
| | | Niveau de *Ammonites falcatus* etc. | ? re représentée ne ci-dessous). | ? |
| | INFÉRIEUR. *Upper green sand.* | Niveau de *Rhynchonella Grasiana*, et *Terebratella pectita*, etc. | dâtre sableuse, *nites falcatus*, *ssis*, *Cardium* *Pecten Dutem- canaliculata*, *ca*, *Rhyncho- ima*, etc. | Marne ayant, d'après M. Guéranger, la même faune que celle de Ballon. |
| ÉTAGE DU GAULT. | | | — | — — |

ces marnes verdâtres de Ballon comme inférieures à la craie de Rouen à *A. rotomagensis* (*lower chalk* des Anglais).

Or M. Guéranger a retrouvé la même assise près du Mans, dans les travaux du chemin de fer, c'est-à-dire au fond de la vallée de l'Huisne, et par conséquent dans une position géologiquement inférieure à toute la série des couches que j'ai mentionnées jusqu'ici. Le gisement a été recouvert et ne peut plus être étudié; mais M. Guéranger y a recueilli une bonne série de fossiles, tout à fait analogue à celle des marnes de Ballon. Nous aurions ainsi à ajouter à la série des couches du Mans un dépôt, inférieur à la fois à la craie à *A. rotomagensis* et aux *assises inférieures* des grès verts du Mans. C'est une nouvelle confirmation à ajouter aux autres preuves que j'ai déjà données de leur synchronisme.

Je me résumerai par le tableau ci-joint, qui fera mieux ressortir le parallélisme des assises comprises, dans différentes localités, entre la craie à *Inoceramus mytiloides* et l'étage du gault, et qui, je l'espère, ne sera sur aucun point essentiel en désaccord avec vos observations.

Vous voyez par ce tableau qu'il me reste quelques doutes sur la question de savoir si les sables ferrugineux de la Ferté-Bernard avec *Trigonia sulcataria* représentent les assises moyennes ou supérieures des grès verts du Mans. J'en ai aussi sur la place exacte de la marne verdâtre de Ballon, qui pourrait représenter soit l'*upper green sand*, soit le *chloritic-marl*, soit peut-être tous deux à la fois, ainsi que sur celle des assises à Orbitolites de la même localité, qui rentrent peut-être dans le niveau à *Terebratella Menardi*.

Quoi qu'il en soit, ces doutes ne portent point sur le sujet principal de la discussion, qui me paraît d'une complète évidence, savoir : *que la craie à* A. rotomagensis *est représentée au Mans par les assises inférieures des grès verts.*

Cela posé, vous remarquerez les rapports qu'il y a entre les couches arénacées inférieures à ce niveau et celles qui lui sont supérieures, c'est-à-dire entre l'*upper green sand* du Havre et d'Angleterre et les assises moyennes et supérieures des grès verts du Mans. Cette analogie ne porte pas seulement sur la nature minéralogique des couches, mais aussi sur la faune. Les dépôts de ces deux sous-étages présentent le même faciès. Dans l'un et dans l'autre, les céphalopodes sont rares, tandis qu'ils abondent dans la craie de Rouen à *A. rotomagensis*. Par contre, les Pleuroconques, les Brachiopodes et les Oursins y sont beaucoup plus nombreux que dans les couches moyennes de l'étage cénomanien. Il y a

même quelques espèces de ces trois ordres qui sont communes à ces deux sous-étages arénacés; je citerai entre autres :

*Pecten orbicularis*, Sow.
*Janira quinquecostata* (Sow.), d'Orb.
*Ostrea canaliculata* (Sow.), d'Orb.
*O. vesiculosa* (Sow.).
*O. carinata*, Lamk.
*Terebratula biplicata* (Brocc.), Sow.
*Rhynchonella compressa* (Lamk.), d'Orb.
*Catopygus carinatus*, Ag.

Cette analogie de faciès entre les zones supérieure et inférieure de l'étage cénomanien a été cause qu'on les a longtemps confondues l'une avec l'autre, et que, connaissant la superposition incontestable de la craie à *A. rotomagensis* à l'*upper green sand* d'Angleterre et du Havre, on en a conclu que cette craie devait être également supérieure à la série entière des grès verts du Mans. Je ne pourrais pas m'expliquer autrement l'erreur de nos antagonistes.

Mais si ces deux zones arénacées, fréquemment confondues ensemble, présentent une grande analogie de faciès, elles n'en sont pas moins parfaitement distinctes par l'ensemble de leur faune. Chacune d'elles possède un bon nombre d'espèces spéciales; quelques genres y sont représentés par des espèces analogues, mais parfaitement tranchées. C'est ainsi que la *Terebratella pectita* de l'*upper green-sand* est remplacée dans les grès verts du Mans par la *T. Menardi*.

La paléontologie permet donc de distinguer aisément ces deux sous-étages, même sans le secours de la stratigraphie. Je n'ai, par exemple, aucun doute sur l'âge de la craie chloritée des Vaches-Noires (Calvados), non plus que sur celui du grès vert de Vimoutiers (Orne), deux dépôts isolés sur l'âge desquels la stratigraphie reste muette. L'étude des fossiles crétacés de ces deux gisements prouve au contraire d'une manière indubitable que l'un et l'autre se rapportent à l'*upper green-sand*, c'est-à-dire au sous-étage inférieur du terrain cénomanien.

Quant au faciès des assises inférieures des grès verts du Mans avec *A. rotomagensis*, il me paraît intermédiaire entre le faciès crayeux et le faciès arénacé proprement dit, tout en se rapprochant pourtant beaucoup plus de ce dernier. En effet, les céphalopodes y sont rares, sans l'être toutefois autant que dans les assises moyennes et supérieures des grès verts du Mans. Il y a donc

une différence de faciès assez notable entre les couches à *A. rotomagensis* de Rouen et du Mans, ce qui fait comprendre jusqu'à un certain point que beaucoup de géologues aient méconnu jusqu'ici leur synchronisme.

Les pages qui précèdent et le tableau de parallélisme dans lequel j'ai résumé mes observations contribueront, je l'espère, à élucider la question en litige.

Permettez-moi d'y ajouter, comme une confirmation de plus de notre manière de voir, une coupe qui m'a été communiquée par notre confrère M. Ebray, et qui n'a pas besoin de commentaires. Dans les environs de Lésigné et de Maillé (Vienne), ce géologue a reconnu la succession suivante des couches, en partant des plus récentes :

1° Tuffeau de Bouré, à grosses Ammonites et à *Cardium productum*.
2° Niveau à *Inoceramus mytiloides*.
4° Banc à *Ostrea biauriculata*.
5° Couche à *Orbitolites*, avec *Ammonites Mantelli* et *Arca*.
6° Niveau à *Ammonites rotomagensis*.
7° Terrains jurassiques (corallien).

M. Hébert présente la communication suivante :

*Note sur les caractères paléontologiques de la craie de Meudon ;* par M. Hébert.

Je n'ai eu que tout récemment occasion de consulter la troisième partie du mémoire de Sharpe intitulé : *Description of the fossil Remains of Mollusca found in the Chalk of England* (1), et j'y ai vu que les trois espèces d'*Aptychus* que j'ai décrites dans la première partie de mon mémoire sur les fossiles de la craie de Meudon (2) se trouvaient dans la craie de Norwich et là seulement. Mon mémoire est arrivé à M. Morris au moment où il corrigeait les épreuves de celui de Sharpe, et il reconnut de suite que l'*Aptychus rugosus*, Sharpe, était mon *A. insignis ;* de même *A. Portlocki*, Sharpe, est mon *A. obtusus*. Je ne doute pas non plus qu'*A. peramplus*, Sharpe, ne soit mon *A. crassus*. Ce qui me le prouve, outre les analogies de taille, de stries à la face concave, c'est la nature des rides tuberculeuses externes (*Pal. soc.*, 1856,

(1) *The paleontographical Society*, 1856.
(2) *Mém. Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. V, p. 345.

p. 58, pl. XXIV, fig. 10 *b*) de l'échantillon de Norwich. Ces rugosités appartiennent à la *couche moyenne* (voy. mon mémoire p. 368) qui, lorsque la *couche externe* manque, ce qui est le cas de l'exemplaire de Norwich, présente une série de cloisons tuberculeuses, mais où l'on reconnaît des tubes juxta-posés. Il n'est pas jusqu'à un petit fragment d'Ammonite que j'ai fait dessiner (pl. XXIV, fig. 4), mais sans oser le déterminer, qui ne paraisse se rapporter exactement à l'espèce de Norwich que Sharpe a donnée comme l'*Ammonites Velledæ*, Michelin, du gault, mais qui en diffère par un ombilic plus ouvert.

On sait que les environs de Norwich sont à peu près la seule région de l'Angleterre où la craie fournisse les espèces les plus communes de Meudon, telles que *Belemnitella mucronata*.

Les identités que je viens de signaler, jointes à celles que j'ai constatées pour les Cirripèdes et les Serpules, confirment donc pleinement cette conclusion que la craie de Norwich est la craie de Meudon, et qu'il ne s'y en trouve que là. La craie blanche des autres parties de l'Angleterre, celle de Gravesend, par exemple, si riche en Ananchytes, renferme bien des Cirripèdes et des *Aptychus*, mais d'espèces différentes. Il en est de même en France pour la craie de Dieppe et d'un grand nombre de contrées que d'Orbigny a classées dans son *étage sénonien*. Aussi ai-je toujours pensé depuis plusieurs années que la craie de Meudon n'était représentée dans le nord de l'Europe que par des lambeaux rares et disséminés, comme Épernay, Norwich, Ciply, etc., et que la plupart des géologues rapportaient à tort à ce niveau des assises de position stratigraphique fort inférieure et de faune toute différente.

La cause principale de cette confusion, c'est la présence dans ces assises de l'*Ostrea vesicularis* et d'un Ananchyte que l'on confond avec l'*Ananchytes ovata*.

Or l'*Ostrea vesicularis* se trouve dans toute la craie, depuis les assises immédiatement supérieures au gault jusque dans la craie de Maëstricht. Cette espèce forme des bancs entiers à plusieurs niveaux, et pour ne citer en ce moment que son gisement le plus extraordinaire, que m'a fait connaître récemment M. Ébray, je dirai que dans le sud du bassin de Paris, vers Cosne et Sancerre, elle se trouve en abondance (1) dans des marnes crayeuses,

(1) Si on croyait devoir séparer l'espèce que l'on trouve à ce niveau de l'*O. vesicularis* de Meudon, il faudrait alors en faire autant pour les échantillons de la craie du sud-ouest, même pour ceux d'Aubeterre qui sont identiques avec la variété des environs de Sancerre.

très glauconieuses, au-dessous des assises à *Nautilus elegans*, *Ammonites varians*, *A. Mantelli*, *Pecten asper*, *Helaster suborbicularis*, *Trigonia spinosa*, *Terebrirostra lyra*.

A Laroche, en face Saint-Satur, j'ai recueilli moi-même cette *Ostrea vesicularis* avec l'*Ammonites Mantelli*; elle y est très commune. Les autres fossiles sont *Ammonites varians*, *Pecten asper*, *P. rotomagensis*, *Rhynchonella compressa*, *Ostrea carinata*, etc.

A la Motte d'Humbligny, dans ces mêmes marnes crayeuses (1), j'ai trouvé :

*Ammonites varians*,
— *Mantelli*,
*Scaphites æqualis*,
*Turrilites costatus*,
*Pecten orbicularis*,
— *asper*,
*Ostrea vesicularis* de petite taille (*O. vesiculosa*),
*Rhynchonella depressa*, etc.

L'*Ostrea vesicularis* ne saurait donc être citée par les géologues comme caractéristique d'aucune assise ; elle indique seulement que l'on est dans la craie.

Quant à l'*Ananchytes ovata*, il y a bien longtemps que je fais

---

(1) Le niveau de la craie de la *Motte d'Humbligny* a donné lieu, de la part de M. Coquand (*Bull.*, 2e sér., t. XIV, p. 756), à une discussion des plus remarquables et que les faits ont promptement justifiée. — Cette craie est bien certainement la craie de Rouen à *Ammonites varians* ; elle n'a aucun rapport avec la craie de Sainte-Maure, comme le prouvent tous les fossiles que nous y avons recueillis, MM. Raulin, d'Archiac, Ébray et moi. Il n'y a là qu'un seul horizon de craie, bien que la coupe que donne M. d'Archiac (*Hist. des progr. de la géol.*, t. IV, p. 324) puisse laisser supposer deux assises de craie séparées par des grès. Mais dans une excursion que j'ai faite récemment dans ces contrées avec M. Ébray, nous y avons recueilli dans les deux niveaux les mêmes fossiles, et notamment le *Pecten asper* dans le couche la plus élevée, et le *Turrilites costatus* dans la plus basse. C'est que la disposition orographique actuelle est due à un glissement d'un lambeau de craie sur les sables. Les sables et les grès sur lesquels cette craie repose, que M. Raulin rapporte au *green sand*, et qu'il met, ainsi que M. d'Archiac, au niveau de ceux du Mans, représentent le gault pour M. Coquand.

La démonstration de cette assertion ne s'est point fait attendre, ou plutôt elle était déjà déposée ici, et elle a été imprimée dans la séance suivante, dans le même volume (p. 804 et suiv.). Elle est due à M. Ébray, qui a constaté et m'a fait constater à moi-même de la ma-

remarquer à tous les géologues ou paléontologistes qui me font l'honneur de me visiter que, dans la multitude des échantillons recueillis par moi à Meudon, il ne se trouve pas un seul exemplaire de la forme de ceux non moins nombreux que j'ai recueillis sur les bords de la Manche, dans la vallée de la Seine, depuis Mantes jusqu'au Havre et ailleurs. Réciproquement, la variété de Meudon ne se trouve ni à Dieppe ni à Gravesend, etc.; ce sont deux types essentiellement distincts. A celui de Meudon appartient le nom d'*Ananchytes ovata;* à celui de Dieppe ou de Gravesend, on doit appliquer le nom d'*A. gibba.*

J'ai trouvé cette dernière espèce à un grand nombre de niveaux, presque jusqu'au contact des couches à *Inoceramus labiatus*, Schl., sp. (*I. problematicus*, d'Orb.; *Mytiloides labiatus*, A. Brong.). Elle varie beaucoup *selon les niveaux* où on la rencontre, mais toujours les caractères suivants la feront aisément reconnaître : la base est aplatie ; le bord est anguleux ; la surface latérale tombe carrément sur la base au lieu de se réunir à elle par une surface arrondie, comme cela a toujours lieu dans l'*A. ovata;* et d'ailleurs, quand bien même sur 1000 ou 500 échantillons d'*A. ovata* on en trouverait un à Meudon qui présentât la forme de l'*A. gibba*, ce qui ne m'est point encore arrivé ; quand bien même les paléontologistes les plus experts en fait d'échinides ne trouveraient point, dans une étude plus approfondie, des caractères organiques suffisants pour séparer ces deux espèces, il n'en serait pas moins vrai que cette différence de forme est facile à reconnaître, qu'elle est constante d'un niveau à l'autre, et qu'elle peut et doit servir de repère dans les études stratigraphiques.

On conçoit que si ces deux Ananchytes étaient accompagnées d'une même faune, ce raisonnement aurait peu de valeur ; mais

---

nière la plus nette que les sables étaient compris entre deux couches extrêmement riches en fossiles les plus caractéristiques du gault, savoir, dans la couche supérieure, *Ammonites inflatus*, *A. Deluci*, *Opis Hugardiana*, *Trigonia Fittoni*, etc.; dans la couche inférieure, *Ammonites mamillaris* et d'autres espèces non moins probantes. Cette découverte qui donne à nos sables ferrugineux du sud du bassin de Paris, car ceux des bords de la Loire sont les mêmes que ceux des environs d'Auxerre, comme chacun peut s'en assurer en les suivant pied à pied, une position si bien déterminée, est un progrès considérable pour l'histoire du terrain crétacé. M. Ébray a donné à son premier travail sur cette matière un peu plus de développement dans un ouvrage qui porte le titre *Études géologiques sur le département de la Nièvre*, 1858, p. 17.

loin de là, tous les fossiles des assises à *Ananchytes gibba* diffèrent de ceux de Meudon. Dans mon mémoire, j'ai fait représenter (pl. XXIX, fig. 14) le *Micraster* si commun dans cette localité, mais si rare dans les collections, parce qu'il se trouve en général en assez mauvais état. A côté, j'ai donné (fig. 16) le grossissement des plaquettes ambulacraires du *Micraster cor-anguinum* de Gravesend. Que l'on compare ces plaquettes à celle du *Micraster* de Meudon, et l'on sera frappé des différences qu'elles présentent. D'ailleurs, tout diffère dans ces deux espèces. Chacun pourra le reconnaître aisément, en comparant aux dessins que j'ai donnés du *Micraster Brongniarti* les échantillons du *M. cor-anguinum* d'une localité quelconque. Bien entendu que pour l'étude des plaquettes ambulacraires il faut avoir de bons exemplaires et une bonne loupe.

C'est en examinant ainsi avec le plus grand soin la série des Micrasters étiquetés *cor-anguinum* dans ma petite collection, d'après les travaux les plus récents de Forbes et de d'Orbigny, que j'ai reconnu qu'en adoptant comme caractère spécifique celui que recommandent ces deux auteurs, *la forme des plaquettes ambulacraires*, je devais y distinguer six espèces :

1° *Micraster Brongniarti*, nob., spécial à la craie de Meudon.

2° *M. cor-anguinum* (Klein, sp.), Ag., commun à Gravesend (Angl.), que j'ai recueilli dans le bassin de Paris, à Maintenon, aux Andelys, à Vernonet et à Rouen, dans les assises supérieures de la craie à *Ananchytes gibba*.

3° *M. cordatus*, Ag., que j'ai recueilli à un niveau un peu plus élevé que le dernier à Épernay, mais au-dessous de l'horizon de Meudon.

4° *M. brevis*, Desor, si commun à Villedieu.

Pour ces quatre espèces, je n'avais point à craindre d'erreur de synonymie; c'est au moins l'opinion à laquelle mon travail m'a conduit. Il me restait deux espèces, dont une très commune dans le bassin de Paris; pour celle-ci, j'ai adopté un nom de Goldfuss.

5° *M. cor-testudinarium*, bien que le dessin donné par cet auteur puisse s'appliquer soit à cette espèce, soit à la suivante. Elle se trouve également avec l'*Ananchytes gibba* à Fécamp, à Picquigny près Amiens, à Armeau près Joigny, à Rouen dans la craie à *Inoceramus labiatus*. Elle descend donc plus bas que le *Micraster cor-anguinum*, mais elle monte peut-être au même niveau supérieur.

6° Enfin j'ai dédié à notre confrère et ami M. Desor, dont les

travaux sur les échinides sont si estimés et ont été si utiles à la science, la sixième espèce, *Micraster Desori*, qui se trouve à Fécamp avec le *M. cor-testudinarium*.

J'ignore si le *Micraster cor-anguinum* de Forbes et de d'Orbigny, dans lequel ces auteurs ont compris jusqu'à seize espèces, différentes d'après leurs devanciers, devra se décomposer en un plus grand nombre que je ne l'ai fait ; mais ce qu'il y a de certain, et il faut bien le dire dans l'intérêt de la vérité, bien que je professe pour les travaux de ces deux illustres savants l'admiration la plus profonde, cette réunion de presque tous les Micrasters de la craie à Ananchytes en une seule espèce a été faite un peu légèrement et par l'un et par l'autre. Tous deux posent en principe que la *plaquette ambulacraire* est le signe le plus caractéristique de l'espèce ; tous deux donnent un dessin grossi de cette plaquette pour l'échantillon qui leur a servi de type. Comparez ces dessins (*Memoirs of the geological survey*, etc., décade III, pl. X, 1850. — *Paléont. fr.*, *Terr. crét.*, t. VI, p. 207, pl. 867 et 868, 1855) ; il n'y a pas la moindre ressemblance. On peut ajouter que chaque dessin est faux en particulier. Sans doute cette mauvaise exécution est la faute du dessinateur ; mais il est incontestable que les auteurs ne s'en sont pas rendu compte.

Il faut dire comme atténuation que ces sortes de dessins sont d'une difficulté extrême ; que ce n'est qu'après une journée entière consacrée à une série d'essais exécutés en ma présence sur le papier, à un très fort grossissement, que ceux de ma planche XXIX (fig. 14 à 19) ont pu être fixés sur la pierre, par M. Humbert, avec la perfection qu'ils présentent.

J'ajouterai d'ailleurs qu'il y a dans la forme générale des six espèces que je viens de signaler des caractères suffisamment prononcés pour que l'on soit, dans la plupart des cas, dispensé de recourir à l'étude difficile des plaquettes ambulacraires (1).

On voit donc que le *Micraster cor-anguinum*, tel qu'on le trouve si fréquemment cité dans les travaux qui ont la craie pour objet, ne saurait indiquer aucun niveau précis. On voit de plus que la craie de Meudon ne le contient pas.

Il en est de même d'une autre espèce non moins importante, le *Spondylus spinosus* (Sow., sp.), Desh., qui se trouve toujours avec

(1) J'espère montrer bientôt que ces caractères sont tellement tranchés qu'on peut à la *première inspection* distinguer les unes des autres les six espèces que j'ai considérées.

l'*Ananchytes gibba*, mais qui n'existe pas à Meudon. Le Spondyle de Meudon, quoique désigné constamment depuis Brongniart sous le même nom, en diffère tout à fait. Dans le vrai *Spondylus spinosus*, si commun à Gravesend, à Dieppe, etc., il n'y a presque jamais d'épines sur la valve la plus bombée. Les côtes de cette valve sont *inégales*, de petites alternant avec de plus fortes.

La valve épineuse, plus plate, a des côtes larges, serrées et bifides à l'extrémité, dans l'état adulte. Les deux valves sont donc entièrement dissemblables. Au contraire, l'espèce de Meudon a les deux valves semblables, presque également bombées, épineuses des deux côtés, avec des côtes régulières et égales, jamais bifurquées, ni formées de petites et de grosses alternativement. Voilà bien plus de différences qu'il n'en faut pour constituer deux espèces distinctes. J'ai donné à cette dernière le nom de *Spondylus æqualis*.

Je pourrais continuer cette comparaison, et montrer, par exemple, que la *Rhynchonella plicatilis*, telle que L. de Buch (1) la définit : « plis serrés, tout à fait simples, en grand nombre, depuis 40 jusqu'à 70, etc., » telle que M. Davidson (2) la représente (*fig.* 37 à 42), se trouve à un niveau bien déterminé aux Andelys avec l'*Ammonites Prosperianus*, le *Scaphites compressus* et le *Micraster cor-testudinarium*, à Tancarville (Seine-Inférieure) avec le *Galerites vulgaris* et l'*Inoceramus labiatus*, mais jamais à Meudon ; que la *Rhynchonella plicatilis*, citée par les auteurs à Meudon et figurée par d'Orbigny sous le nom de *R. octoplicata* (3), n'est autre que l'adulte de la *R. limbata* (Schloth., sp.), Davidson (4).

Cette espèce, si commune à Meudon, ne descend pas plus bas.

Quant à la *Rhynchonella octoplicata* (Sow., sp.), bien décrite et figurée par M. Deshayes (5), c'est une excellente espèce qui a été, dans ces derniers temps, confondue à tort avec la *R. plicatilis*, et qui doit subsister comme caractéristique de la craie de Meudon et des assises immédiatement inférieures, qui accompagne peut-être l'*Ananchytes gibba* dans la partie supérieure de la série que ce fossile occupe, mais qui ne tarde pas à être remplacé

(1) *Mém. Soc. géol. de Fr.*, 1re sér., t. III, p. 153, pl. XV, fig. 24 et 28.
(2) *Pal. Soc. London*, 1854, pl. X, fig. 37-42.
(3) *Pal. fr., Terr. crét.*, t. IV, p. 46, pl. 499, fig. 8 et 10.
(4) *Loc. cit.*, p. 79, pl. XII, fig. 1 à 5.
(5) *Coq. caractéristiques des terrains*, p. 114, pl. IX, fig. 3.

par la *Rhynchonella Cuvieri*, beaucoup plus habituellement associée à l'*Ananchytes gibba*.

De ce rapide examen sur lequel je reviendrai plus tard, il résulte que la faune de Meudon est on ne peut mieux caractérisée ; qu'elle diffère de celle de la plupart des assises de craie plus ou moins blanche qu'on a identifiées avec elle ; et notamment, que je ne vois rien dans le département de la Charente qui puisse s'y rapporter ; mais ceci encore sera l'objet d'un travail spécial.

Je quitte actuellement la partie supérieure de la craie, dont j'ai essayé de préciser les caractères que MM. d'Orbigny et Coquand me semblent complétement avoir méconnus dans leurs travaux, et je passe à la base de ce système où je me trouverai beaucoup plus en harmonie avec leur manière de voir.

*Nouvelles observations sur les rapports entre la* craie chloritée *de Rouen et les* grès verts *du Maine.*

J'ai divisé (1) la *craie chloritée* de Brongniart (étage cénomanien, d'Orb.) en deux sous-étages : un sous-étage supérieur, *grès verts du Maine ;* un inférieur, *craie chloritée de Rouen.*

Depuis cette époque, plusieurs mémoires vous ont été présentés sur cette question ; les voici dans leur ordre de dates :

1° *Note sur la composition du terrain crétacé de la Sarthe*, par MM. de Hennezel et Triger, imprimée au Mans et présentée à la Société géologique le 17 mai 1858.

2° *Note sur la distribution des mollusques fossiles dans le terrain crétacé du département de la Sarthe*, par M. Sæmann, lue en partie le 5 mai 1858.

3° La réponse de M. Triger à M. Sæmann, séance du 17 mai 1858.

4° La note de M. Renevier dont vous avez entendu la lecture.

J'avais pour objet, dans le travail cité plus haut, d'établir, par des faits faciles à vérifier, ce que venait de demander M. Rauline dans les lignes qui précèdent ma communication, à savoir que « le système sableux à fossiles spéciaux du Mans vient s'intercaler entre le lit à Ammonites de Rouen et la craie moyenne qui le recouvre dans les carrières de la montagne Sainte-Catherine ; » et en présence de l'opinion contraire si formellement exprimée par M. Élie de Beaumont, je ne me serais certes pas hasardé à avancer

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XIV, p. 731.

quelque chose qui, dans mon opinion du moins, pût donner prise à contestation. Je m'étais bien trompé cependant. M. Sæmann (1) déclare positivement que la craie à Ammonites de Rouen est la même chose que les grès verts du Mans, et il s'étonne que je ne me sois pas douté de cette identité. Je suis donc obligé de rappeler les deux faits principaux que j'ai cités, et dont l'un vient d'être confirmé par M. Renevier, à savoir qu'à Nogent-le-Bernard, sous les sables ferrugineux, j'ai, en compagnie de M. Triger, recueilli dans la glauconie crayeuse, identique avec celle de Rouen et du Havre, *Ammonites varians*, *Turrilites costatus*, *Scaphites æqualis*, *Pecten asper*, *Catopygus carinatus*, etc.; qu'au pied de la côte de Queux, près la station du Theil, sous les sables ferrugineux qui constituent le sommet de cette côte, et dont l'assise supérieure est précisément le *banc à Trigonies*, si connu au Mans où il est si riche en fossiles, j'ai recueilli dans la même roche les mêmes espèces. Cette craie glauconieuse, en y comprenant les assises argileuses qui la supportent, a bien 10 à 15 mètres de puissance. Elle est très distincte des sables ferrugineux qui la recouvrent et qui sont les *grès verts* du Maine, lesquels n'existent pas dans le nord du bassin de Paris. Comment pourrait-il y avoir identité, dans tous ces points cités, entre cette craie qui contient en effet des Scaphites et tous les autres fossiles de Rouen et les sables puissants qui la recouvrent? Pour moi ces sables correspondent à la partie des grès du Mans qui est au-dessous du *banc à Trigonies*, et si la craie de Rouen existe au Mans, elle est plus profondément enfoncée dans le sol, et elle serait probablement représentée par les marnes que signale M. Renevier, d'après M. Guéranger, dans le fond de la vallée de l'Huisne, et par les assises qui seraient immédiatement en superposition.

J'ai adopté pour l'étage de la *craie chloritée* (étage cénomanien, d'Orb.) cette division très simple de *craie chloritée de Rouen* et de *grès verts du Maine* auxquels, conformément à l'acception la plus généralement adoptée, je donne pour limite supérieure la couche à *Ostrea biauriculata*. On pourra ensuite subdiviser chacune de ces assises en autant de couches que l'on voudra; mais ces divisions n'auront dans mon opinion qu'une valeur locale.

M. Sæmann (2) divise le terrain crétacé du Mans en trois assises: l'inférieure serait caractérisée par le *Pecten asper* et l'*Ammonites varians*; la division moyenne par l'*A. rotomagensis* et le

(1) *Bull.*, 2e série, t. XV, p. 523.
(2) *Loc. cit.*, p. 108.

*Scaphites æqualis;* la supérieure par l'*Ammonites Mantelli.* Il se peut qu'il y ait des localités où les fossiles que je viens de citer suivent cet ordre ; mais cela n'est certainement pas général dans la Sarthe, puisqu'à Nogent-le-Bernard, et dans beaucoup d'autres points, le *Pecten asper* et l'*Ammonites varians* sont au-dessus de l'*A. rotomagensis.* J'ajouterai que le *Pecten asper*, loin de caractériser une zone particulière distincte du *Scaphites æqualis*, se trouve toujours avec ce dernier, et non pas, comme le dit (1) M. Sæmann à propos de Rouen, par suite du mélange de fossiles recueillis dans des couches différentes. Ce n'est pas dans son cabinet et par des différences plus ou moins réelles dans la nature de la roche qu'un géologue doit classer ses fossiles; c'est en les recueillant lui-même sur place.

J'ajouterai qu'à Rouen, bien que M. Sæmann le conteste, le *Pecten asper* accompagne le *Scaphites æqualis* dans le n° 6 de la coupe de M. Passy. Il y a bien dans la liste des fossiles, que donne de cette couche M. d'Archiac (2), quelques espèces qui s'y trouvent par erreur : ainsi *Galerites castanea*, *Terebratula carnea*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Ptychodus decurrens.* Chacun peut, en effet, s'assurer que ces espèces se trouvent non dans le n° 6, mais dans la craie plus blanche à *Inoceramus labiatus.*

De même, à 2 kilomètres à l'ouest d'Étretat, j'ai recueilli dans un banc de craie grise, noduleuse, de 2 mètres d'épaisseur, *Ammonites Mantelli*, *Scaphites æqualis*, *Pecten asper*, *Rhynchonella compressa*, *Holaster suborbicularis.* Cette craie repose là sur une craie bleuâtre plus marneuse.

Un peu plus loin, toujours à l'O., au corps-de-garde de Bruneval, le *Pecten asper* accompagne le *Turrilites costatus*, le *Micraster acutus*, l'*Holaster suborbicularis.*

A Vitry-le-Français, je l'ai recueilli dans les marnes bleuâtres du *désert* avec le *Turrilites costatus*, l'*Ammonites varians* et l'*A. falcatus*, et aussi dans la craie grise supérieure à ces marnes, sur les bords du canal, avec *Nautilus elegans*, *Ammonites varians*, *A. rotomagensis*, *A. Mantelli*, etc.

A Arquian (Nièvre), avec la *Trigonia spinosa* et l'*Ammonites Mantelli*, au-dessus du *Nautilus elegans* et de l'*Ammonites varians.*

Ainsi le *Pecten asper*, dans le bassin de Paris, est presque tou-

---

(1) Bien entendu que j'admets parfaitement qu'on le trouve au-dessous comme au-dessus, ce que la suite prouvera.

(2) *Hist. des progrès de la géologie*, t. IV, p. 211.

jours dans la couche à *Scaphites æqualis* et à *Ammonites varians;* il se trouve souvent en dessous, mais souvent aussi en dessus.

Il est possible que, dans une partie du département de la Sarthe, il y ait une zone à *Pecten asper* et à *Nautilus elegans*, distincte de la zone à *Scaphites æqualis* et à *Turrilites costatus*. M. Triger l'affirme; la première constitue son second groupe, la deuxième est son quatrième groupe, et c'est à la *troisième assise* de ce dernier groupe sur *sept* qu'il renferme, à cette couche mince qui est précisément le *banc à Trigonies* cité tout à l'heure, que notre confrère rapporte (1) « la craie grise de Rouen,... cet horizon si connu par l'abondance de ses fossiles. » La classification établie par M. Triger comportant dans le seul *étage cénomanien* trente-quatre de ces assises, il faut avouer que ce serait pour la craie de Rouen un rôle singulièrement exigu.

Avant d'exprimer mon opinion sur ce point, constatons que M. Renevier, quoique se rapprochant beaucoup de M. Triger, semble placer un peu plus bas l'équivalent au Mans de la craie de Rouen. Il place cet équivalent à la partie inférieure des sables du Maine, tandis que M. Triger le met au-dessus de son troisième groupe, très développé, dit-il, dans le département de la Sarthe, et presque entièrement formé de sables et de grès. Pour M. Triger, la craie de Rouen se trouve donc à la partie moyenne des sables du Maine.

Pour moi qui ai constaté la présence non pas d'un équivalent sous une forme minéralogique différente, mais de la véritable craie de Rouen par-dessous les *sables cénomaniens inférieurs* de M. Triger qui sont recouverts à leur tour par le *banc à Trigonies*, il ne peut y avoir le moindre doute. La craie de Rouen est inférieure à toute la masse des sables du Maine; elle correspond au premier et au deuxième groupes de M. Triger, c'est-à-dire à sa craie à *Pecten asper*, et, en effet, nous avons vu que celle-ci ne pouvait pas en être séparée, ce qui n'empêche pas qu'un certain nombre de fossiles de cette craie ne puisse remonter au Mans jusque dans la couche à Trigonies, comme aussi elle pourrait être en partie représentée au Mans même par des assises plus arénacées qu'à la Ferté-Bernard ou à Nogent-le-Rotrou.

Je pense que cette explication satisfera M. Sæmann, et qu'il comprendra pourquoi, à l'époque où ma note fut publiée, *je ne me doutais pas de l'identité* des sables ferrugineux et de la craie à

(1) *Note sur la composition du terrain crétacé de la Sarthe*, par MM. de Hennezel et Triger, p. 11.

Scaphites; c'est qu'en effet il m'eût été assez difficile d'arriver à cette conclusion qui n'est nullement la mienne.

J'espère aussi que M. Triger, que j'ai toujours vu animé d'une ardeur si vive pour la vérité, me pardonnera à l'avenir de me servir quelquefois de noms de localités pour désigner des assises, au lieu d'avoir recours aux fossiles, puisque ses fossiles de prédilection, le *Pecten asper* et le *Scaphites æqualis*, dont il a fait des caractéristiques de deux groupes distincts, se trouvent toujours ensemble; que nous les avons rencontrés ainsi à Nogent-le-Bernard; que je les ai recueillis dans la même petite couche de 0m,50 à Condeau, sans compter les localités plus éloignées de son centre d'observation que j'ai citées plus haut et celles où on le trouve par-dessus.

Ce que j'ai dit du *Pecten asper* s'applique à presque tous les fossiles de cet horizon. Ainsi, à Neuvy-sur-Loire, j'ai trouvé ensemble, dans une *même assise* de craie assez compacte, exploitée pour constructions, les espèces suivantes :

*Nautilus triangularis*,
— *elegans*,
*Ammonites Mantelli*,
— *falcatus*,
— *laticlavius*, Sharpe,
*Turrilites costatus*,
*Rhynchonella compressa*,
*Terebrirostra lyra*,
*Micraster acutus*,
*Holaster suborbicularis*,

et je pourrais multiplier beaucoup ces exemples.

Il en résulte que M. Triger pousse évidemment beaucoup trop loin l'idée des cantonnements des fossiles et de leur importance comme caractéristiques des couches.

A la rigueur, dans la craie chloritée proprement dite, la craie de Rouen, on peut distinguer les assises inférieures où se montrent *plus ordinairement* le *Turrilites tuberculatus* et l'*Ammonites falcatus*, des assises supérieures à *Scaphites æqualis* et *Turrilites costatus*, comme cela se voit très bien à la descente de Berdhuis, entre Nogent-le-Rotrou et Bellême; mais ces petites différences ne sont pas même générales dans le bassin de Paris, et les deux horizons se mêlent souvent.

Ces observations n'ont nullement pour but de diminuer le mérite du travail de M. Triger, surtout en ce qui concerne l'étude approfondie que cet habile observateur a faite de son département,

mais de prémunir contre la tentation à laquelle on pourrait se laisser entraîner de trop généraliser des divisions qui, dans tous les cas, ne peuvent être que locales.

Dans le bassin de Paris, au point de vue de sa comparaison avec les autres régions crétacées, l'étage inférieur de la craie, celui que je continue à désigner sous le nom ancien de *craie chloritée*, admet donc deux sous-étages bien nettement tranchés. L'inférieur est la *craie de Rouen* et du Havre, dont la partie la plus constante est cette petite couche fossilifère si connue et si riche, et dont la base est en général essentiellement argileuse sans être de véritables argiles.

Les *grès du Maine* constituent le sous-étage supérieur; ils reposent en général sur des assises marneuses qui appartiennent au sous-étage précédent. Ils peuvent aisément se subdiviser dans le Maine en deux assises principales : l'une inférieure, arénacée, à laquelle appartiennent les sables et graviers rouges, les bancs à Trigonies et les grès à Orbitolites; l'autre, supérieure, qui comprend les *marnes à ostracées* de M. d'Archiac et que caractérise l'*Ostrea biauriculata*.

M. Sæmann détache cette zone supérieure et une partie de la zone inférieure des grès verts du Maine, pour en faire la base de l'étage turonien de d'Orbigny. Il trouve une « différence tranchée entre les fossiles de la partie supérieure et de l'inférieure des sables de Sainte-Croix. » On vient de voir que M. Renevier a été au contraire frappé de l'analogie des deux faunes. Il y a en effet de grandes analogies et de grandes différences. Pour justifier la nouvelle limite qu'il cherche à établir, M. Sæmann allègue avec raison que les eaux, à l'époque de l'assise supérieure des sables du Maine, ont envahi de grandes étendues de pays au S.-O., que la mer turonienne a continué à occuper tranquillement. A cela j'opposerai qu'au moment du dépôt de la craie à *Inoceramus labiatus*, le bassin de Paris, qui était pendant le dépôt des grès du Maine presque complétement émergé, s'est trouvé tout à coup immergé, puisque partout cette craie y recouvre sans intermédiaire la craie glauconieuse de Rouen; que ce changement vaut bien l'autre, et même qu'il est plus important au point de vue des limites; car le mouvement d'affaissement du S.-O. a été progressif, comme le prouve la variation dans l'épaisseur et dans le nombre des couches inférieures aux bancs à *Ostrea biauriculata*.

Dans le bassin de Paris, au contraire, l'immersion a été générale et simultanée; car partout la même couche, cette craie marneuse à *Inoceramus labiatus*, d'une faible épaisseur, repose direc-

tement sur la craie chloritée. Il n'y a donc pas lieu de détruire les anciens groupes des craies marneuse et chloritée de Brongniart (cénomanien et turonien de d'Orbigny) pour les reconstituer autrement, quant à leur point de contact. Pour changer les classifications, il faut des motifs impérieux et inattaquables.

En terminant, je rectifierai une assertion de M. Triger relativement à cet *hiatus* qui, dans le bassin de Paris, existe entre la craie grise de Rouen et la craie marneuse à *Inoceramus labiatus*. M. Triger (1) attribue à d'Orbigny la connaissance de cette lacune, et en fait la cause déterminante de la limite adoptée par cet auteur entre ses étages cénomanien et turonien. D'Orbigny, je l'ai déjà dit (2), plaçait comme tous les géologues les sables crétacés du Maine au-dessous de la craie de Rouen et ne se doutait pas de l'*hiatus*.

En résumé, sur cette question si controversée depuis dix-huit mois, il y a un point sur lequel il ne peut plus y avoir de doutes : c'est que la partie supérieure des sables du Maine (marne à ostracées, grès à Orbitolites) est plus récente que la craie à Ammonites de Rouen. M'appuyant sur la coupe de la côte de Queux, je pense que tous les grès de Gazonfier, tout le roussard, sont également plus récents, c'est-à-dire, en un mot, tout le *système arénacé* du Maine.

M. Triger, en séparant la craie de Rouen de la craie à *Pecten asper* qui pour moi est encore la véritable craie de Rouen, tandis que pour M. Triger elle ne s'y lie pas plus (3) que celle-ci ne se lie à la craie à *Inoceramus mytiloides* (*I. labiatus*), me semble commettre une erreur grave. C'est pour rectifier cette opinion, dans ce qu'ont d'inexacts les termes dans lesquels M. Triger l'a présentée, que j'ai montré que, non-seulement dans tout le pourtour du bassin de Paris, mais aussi dans le Perche et même dans le Maine, le *Pecten asper* et le *Scaphites æqualis* ne formaient en général qu'un seul et même horizon, et que le banc considéré comme représentant la craie de Rouen au Mans était, près de la Ferté-Bernard, séparé de celle-ci par une grande épaisseur de sables et de grès identiques avec les sables et les grès inférieurs du Mans, et qu'il était beaucoup plus naturel d'admettre que certains fossiles de la craie de Rouen remontaient jusque dans les parties moyennes des grès du Mans.

---

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 544.
(2) *Bull.*, 2e sér., t. XIV, p. 734.
(3) *Bull.*, 2e sér., t. XIV, p. 742.

M. Triger présente les observations suivantes :

D'après ce que vient de nous exposer M. Hébert, la craie de Rouen ne doit faire qu'un seul tout, quoique composée à la fois de la faune si distincte qui accompagne constamment le *Pecten asper*, et d'une autre faune également fort distincte qui accompagne toujours le *Scaphites æqualis* et le *Turrilites costatus*, et cela uniquement parce qu'il arrive assez souvent que le *Pecten asper* remonte jusque dans la couche à Scaphites, fait que M. Hébert a été à même de constater tout récemment dans ses dernières excursions dans le midi de la France.

Comme M. Hébert, nous avons vu aussi sur plusieurs points, et entre autres à Rouen même, les débris du *Pecten asper* s'élever jusque dans la zone des Scaphites, et nous devons avouer que malgré cela cette anomalie ne nous a nullement empêché de croire à l'utilité d'une subdivision, attendu que la couche à *Scaphites æqualis* se trouve constamment en contact avec celle du *Pecten asper*, et que les fossiles de ces deux dépôts doivent nécessairement se mélanger souvent à leur point de contact.

D'autres motifs plus puissants encore nous ont également déterminé à perpétuer cette subdivision, consacrée du reste depuis longtemps par les géologues anglais ; car beaucoup moins rigoureux que certains de nos collègues qui veulent absolument voir dans les horizons géologiques des changements à vue, de véritables tableaux d'opéras, le mélange inattendu de quelques fossiles ne nous a jamais effrayé, et nous ne croyons nullement à l'extinction et à la disparition subite des genres et des espèces. Nous croyons au contraire que de tout temps les êtres qui ont peuplé l'écorce du globe ont eu un commencement peu marqué, et par cette raison même très incertain, un maximum de développement très tranché et une fin souvent très difficile à déterminer. Pour nous, le maximum de développement est donc le seul point important lorsqu'il s'agit d'établir des horizons géologiques, et nous nous préoccupons assez peu du commencement et de la fin qui ne manquent jamais d'offrir plus ou moins d'exceptions à la règle générale.

Or, règle générale, il a été reconnu depuis longtemps que le *Pecten asper* est accompagné d'une faune qui diffère essentiellement de celle du *Scaphites æqualis;* car tout le monde sait que les couches à *Pecten asper* renferment notamment l'*Ammonites falcatus et Beaumontianus*, le *Turrilites tuberculatus*, le *Panopæa Beaumonti*, etc., qui ne remontent pas dans le dépôt à *Scaphites*

*æqualis*, *Turrilites costatus*, *Ammonites rotomagensis* et *Baculites baculoides*, etc.

Tout le monde sait également que la faune du *Pecten asper*, qui s'étend en France sur une si grande surface, expire à la frontière même de la Belgique et n'y pénètre nulle part, tandis que celle du *Scaphites æqualis* continue jusqu'à Tournay, et se fait remarquer en outre dans beaucoup d'autres localités de cette contrée, ce qui constitue une véritable discordance par transgression.

Enfin, nous ferons remarquer que dans la Haute-Garonne, et dans l'Yonne, à Seignelay, par exemple, la faune du *Pecten asper* paraît également assez développée, et qu'elle constitue à la surface du sol un dernier horizon crétacé dans lequel on chercherait vainement le *Scaphites æqualis*, ce qui établit encore une discordance pareille.

De semblables faits, à notre avis, sont bien suffisants pour nous excuser, M. de Hennezel et moi, d'avoir voulu établir deux horizons géologiques que les géologues anglais ont adoptés depuis longtemps, et auxquels ils ont attaché beaucoup plus d'importance que nous ne l'avons fait nous-même, en signalant le *Pecten asper* comme un des fossiles caractéristiques de leur *upper green-sand*, et le *Scaphites æqualis* comme un des fossiles caractéristiques également de leur *grey-marl*. (Voyez à ce sujet les publications de M. Morris, les collections de Londres et toutes celles des autres localités de l'Angleterre.)

Telle est notre réponse à ce que vient de dire M. Hébert touchant nos zones à *Scaphites æqualis* et à *Pecten asper*, en attendant la publication du mémoire dont il nous a fait simplement une analyse.

Quant à la place assignée par M. de Hennezel et par nous à la *Trigonia crenulata* dans la Sarthe, place sur laquelle M. Hébert élève des doutes, parce que les notes qu'il a prises à la côte de Queux ne s'accordent pas avec celles que nous avons prises sur le même point, nous ne pouvons rien faire de mieux que d'engager M. Hébert à visiter de nouveau cette localité, s'il veut que nous soyons d'accord sur un fait du reste assez peu important. En lui répondant à ce sujet, nous ne pourrions rien dire de mieux que ce qu'a répondu, séance tenante, M. Sæmann, en disant qu'à l'époque où M. Hébert a visité la côte de Queux, personne ne savait encore, pas même M. Triger qui ne l'a découvert que plus tard, que l'horizon de la craie grise de Rouen est parfaitement

représenté au Mans, même au milieu des sables de Gazonfier ; que cet horizon, qui avait échappé au Mans aux observations de M. Hébert, lui a probablement échappé aussi à la côte de Queux où les Trigonies caractérisent parfaitement au milieu des sables, comme au Mans, trois zones distinctes, dont la plus élevée offre la *Trigonia spinosa*, la moyenne la *T. crenulata*, l'inférieure la *T. salcataria*, dernier horizon au-dessous duquel viennent ensuite les marnes et les grès calcaires à *Pecten asper*, *Turrilites tuberculatus*, etc.

Ce simple détail, dont nous avons vérifié plusieurs fois l'exactitude, suffira sans doute pour nous excuser encore d'avoir assigné à ces Trigonies leur véritable place, et prouver en même temps que tout se passe dans les sables de la côte de Queux absolument comme dans les sables du Mans, ainsi que l'a fort bien observé M. Sœmann.

Quant à M. Renevier, dont le mémoire ne renferme rien qui ne soit conforme aux idées que nous avons émises sur le terrain crétacé de la Sarthe, nous nous bornerons à dire à son sujet que depuis près de trois ans nous lui avons donné un exemplaire complet de notre carte géologique, et que nous sommes heureux de voir que ses observations s'accordent aussi bien avec celles que nous avons déjà faites nous-même dans ce département.

* * *

M. Sœmann, répondant à M. Hébert, présente les observations suivantes :

Le mémoire sur les fossiles crétacés du département de la Sarthe qui forme l'objet des réclamations de M. Hébert n'était, en effet, qu'un travail de cabinet ; mais je ne l'aurais probablement pas entrepris, si je n'avais pas eu l'occasion de visiter depuis douze ans au moins autant de fois ce terrain tantôt seul, tantôt avec d'autres géologues, plusieurs fois avec M. Triger, et notamment avec la Société géologique, lors de sa réunion extraordinaire au Mans.

M. Hébert ne parlant pas de la localité même du Mans, je doutais encore qu'il comprît dans son grès vert du Maine toute la série arénacée qu'on observe dans les carrières aux environs de cette ville. La communication que nous venons d'entendre éclaircit ce point, et il est dorénavant bien établi que son auteur considère tout ce qu'on a appelé plus généralement grès vert du Mans comme un système à part qui vient se placer entre la craie chloritée de Rouen et la craie à *Inoceramus mytiloides*.

Cet étage manquerait et n'aurait aucun équivalent dans le bassin crétacé de la Seine, tel que l'auteur le circonscrit. De mon côté, je me suis efforcé de prouver que ce même grès vert du Maine ou du Mans est un grès local et littoral, offrant un développement variable qui à partir de Saint-Calais diminue, en passant par le Mans à Nogent-le-Rotrou, de manière que les différentes couches qui le composent, en se prolongeant vers le nord (ou le centre du bassin), d'arénacées qu'elles étaient, deviennent les unes après les autres, à partir de la base, marneuses et crayeuses.

Dans l'impossibilité de préciser dès à présent ce qui représente dans la craie marneuse du bassin de Paris les bancs à ostracées du Maine, je me suis borné à rappeler qu'aucun fait géologique observé jusqu'à présent ne permet de supposer une émersion totale de ce bassin pendant une période assez prolongée de l'époque crétacée, et je persiste à croire que cette émersion n'aurait pu avoir lieu sans laisser des traces très apparentes, et qui n'auraient pas échappé à l'observation des savants qui l'ont étudié depuis quarante ans.

Le grès vert du Maine, qui pour M. Hébert est supérieur à la craie chloritée, repose, il est vrai, partout sur des couches marneuses, excepté aux environs de Saint-Calais où les assises inférieures de Coudrecieux se présentent encore sous la forme d'un grès calcarifère. Au Mans, d'après les plus récentes observations de M. Guéranger communiquées par M. Renevier, ces couches inférieures (couches à *Pecten asper* de M. Triger, marnes de Ballon de M. Renevier) sont marneuses, et supportent le grès grossier et ferrugineux qui est l'équivalent exact de la craie à Scaphites de Rouen. Plus au nord, à la côte de Queux citée par M. Hébert, cette couche à Scaphites aurait pris tous les caractères pétrographiques de la craie de même niveau de Rouen, et les bancs à Trigonies et ostracées seuls sont sableux ; plus loin encore, vers Nogent-le-Rotrou, on ne connaît plus que les sables à ostracées.

On voit que M. Hébert, qui n'admet pas ma manière de voir sur l'hétérogénéité des assises qui forment son grès vert du Maine selon la localité où on l'observe, n'a pas absolument tort en le plaçant entre la craie chloritée et la craie marneuse, s'il appelle craie chloritée avec Brongniart tous les sédiments crétacés entre la craie marneuse et le gault. Cependant toutes les observations récentes tendent à démontrer que cette classification n'est pas satisfaisante. M. Triger a distingué depuis longtemps l'indépendance de ce qu'il appelle les couches à *Pecten asper*, et M. Renevier, dans la lettre que M. Hébert vient de lire, partage évidem-

ment cette opinion que j'ai défendue moi-même depuis mes premières explorations aux environs de Laumay.

Convaincu qu'on ne doit pas changer les classifications adoptées sans des raisons impérieuses et inattaquables, et ne pouvant remonter jusqu'à celle de Brongniart, je me suis arrêté à la nomenclature de d'Orbigny, et j'ai proposé d'appeler cénomanien inférieur ces couches à *Pecten asper*, le *tourtia* de Belgique et le grès vert d'Essen, et de conserver celui de cénomanien supérieur pour la craie à Scaphites de Rouen et ailleurs.

Il est facile, en tenant compte des vues de M. Hébert sur l'unité de sa craie chloritée, d'expliquer le peu de stabilité qu'il assigne aux fossiles que j'ai indiqués comme caractéristiques de mes deux subdivisions : j'ai signalé la présence de la véritable *Ostrea vesicularis* dans les bancs à *O. biauriculata;* M. Hébert la retrouve dans toute la craie supérieure au gault.

M. Hébert affirme avoir trouvé le *Pecten asper* dans la couche à Scaphites à Rouen, et il pense que ma méthode de distinguer le gisement des fossiles par l'examen de la roche n'offre pas assez de garanties. J'ai visité depuis plusieurs années, et souvent deux fois par an, les carrières de Rouen, et les difficultés toujours croissantes d'y voir les fossiles *in situ* m'ont suggéré l'idée de déterminer leur coexistence par l'analogie de la roche adhérente. En m'aidant des observations faites sur place, j'ai réussi à débrouiller des centaines de kilogrammes de ces fossiles qu'on reçoit toujours mêlés ensemble. Je tiens à constater que ce moyen de distinguer leur gisement mérite l'attention sérieuse de tous les collecteurs. D'Orbigny s'en est servi avec une grande habileté, et la distribution des fossiles des Vaches-Noires dans ses deux étages oxfordien et callovien n'a été possible que par l'étude des roches et de l'état de conservation des fossiles. D'ailleurs, les nombreux fossiles de Rouen qui se trouvent dans presque toutes les collections mettent tout le monde à même de vérifier les faits que j'ai indiqués dans mon mémoire.

M. Cotteau n'admet pas les divisions signalées par M. Hébert parmi les *Micraster cor anguinum;* il croit que ce géologue attache trop d'importance aux caractères tirés des zones porifères et de la forme générale du test.

M. Hébert dit qu'il serait heureux de voir un paléontologiste aussi distingué que M. Cotteau s'occuper de déterminer, et

d'une manière précise, les Micrasters de la craie; mais que, jusqu'à production d'un travail de ce genre, il se croit autorisé à conserver sa manière de voir, fondée sur des caractères simples, faciles à saisir et à la portée de tous.

M. Cotteau fait la communication suivante :

*Note sur l'appareil apicial du genre* Goniopygus, *Agassiz*, par M. Gustave Cotteau.

Tous les échinides réguliers ou irréguliers présentent à la face supérieure un appareil compliqué dans son organisation, très important au point de vue zoologique, et qu'on désigne sous le nom d'*appareil apicial*. Dans les échinides réguliers, si l'on excepte la famille des salénidés, cet appareil conserve une remarquable uniformité. Il est invariablement composé de cinq plaques génitales et de cinq plaques ocellaires, alternant entre elles et formant un anneau régulier autour de l'anus qui est central. Les plaques génitales, constamment plus grandes que les plaques ocellaires, affectent une forme pentagonale, et sont percées d'un trou très apparent servant à l'expulsion des œufs; les plaques ocellaires, beaucoup plus petites, présentent également une perforation distincte que l'on considère comme correspondant aux organes de la vision. Ces caractères sont constants, et les plaques, dans les différents genres et les différentes espèces, ne se distinguent que par leur taille, leur forme et leur surface plus ou moins granuleuse.

Le genre *Goniopygus*, au premier aspect, fait seul exception : son appareil apicial se compose comme toujours de cinq plaques génitales et de cinq plaques ocellaires, mais les plaques génitales sont parfaitement lisses, et les observations les plus minutieuses n'avaient pu y reconnaître jusqu'ici aucune trace de perforation. C'était là un fait anormal et de nature à fixer l'attention. En effet, la perforation des plaques génitales est si intimement liée à l'organisation de tous les échinides réguliers et même irréguliers, qu'on ne pouvait supposer l'existence d'un genre privé de ce caractère essentiel. Il existait certainement chez les *Goniopygus* comme dans tous les autres oursins; seulement on ne pouvait le découvrir.

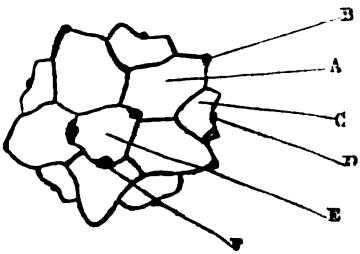
M. Desor, lorsqu'il décrit le genre *Goniopygus*, constate que le bord interne des plaques génitales est échancré et garni de petits bourrelets sur le bord du périprocte, et que ces bourrelets sont au nombre de trois, quatre ou cinq, suivant que le périprocte est

triangulaire, carré ou pentagonal; il ajoute qu'il est probable que la sortie des œufs s'effectuait par l'échancrure surmontée d'un bourrelet de la base des plaques génitales (1). En étudiant à la loupe l'appareil apicial du *Goniopygus*, nous avons reconnu, ainsi que l'avait fait M. Desor, et l'échancrure qui se trouve à la base des plaques génitales et le petit bourrelet qui l'accompagne ; mais en cet endroit nous n'avons remarqué aucune perforation, et quelque doute nous était resté sur la destination que M. Desor attribuait à cette échancrure.

Dernièrement, ayant eu en communication un exemplaire parfaitement conservé du *Goniopygus major*, Agassiz, la plus grande espèce du genre, nous avons examiné de nouveau et avec le plus grand soin la structure de l'appareil apicial, et cette fois nous avons été assez heureux pour reconnaître d'une manière certaine les pores oviducaux ; ils s'ouvrent non pas sur les bords du périprocte, mais à l'extrémité externe des plaques génitales, et sont en partie recouverts par l'angle de ces plaques sous lesquelles ils paraissent plonger obliquement, ce qui explique comment ils ont échappé jusqu'ici à l'observation.

Depuis, nous avons examiné l'appareil apicial de quelques espèces beaucoup plus petites, des *Goniopygus Menardi*, *peltatus* et *Delphinensis*. Tous les exemplaires présentent certainement, à l'extrémité de leurs cinq plaques génitales, une perforation plus ou moins apparente. L'échancrure et le bourrelet qui existent à la base de ces mêmes plaques n'ont aucun rapport avec les pores oviducaux. Nous ignorons leur destination; mais ils n'ont sans doute qu'une importance secondaire, car leur nombre dans les différentes espèces varie suivant la forme du périprocte.

*Appareil apicial du* Goniopygus Menardi.




A. Plaque génitale.
B. pore oviducal.
C. Plaque ocellaire.
D. Pore ocellaire.
E. Périprocte.
F. Échancrure et bourrelet de la base des plaques.

(1) Desor, *Synopsis des Échinides fossiles*, p. 93.

Ainsi l'appareil apicial du *Goniopygus* ne présente rien d'anormal dans son organisation : les plaques génitales sont perforées comme celles de tous les échinides ; seulement les pores génitaux, au lieu d'être plus ou moins rapprochés du centre, s'ouvrent à l'extrémité externe des plaques.

M. Hébert répond que M. Cotteau rendrait un grand service à la science s'il voulait bien faire connaître, avec quelque détail, les raisons qui le conduisent à ne pas admettre les espèces de *Micraster* établies dans le travail précédent. M. Cotteau les repousse-t-il toutes, ou bien en admet-il quelques-unes, et, par suite, à quels caractères se reconnaîtra une espèce de *Micraster?* M. Hébert serait, pour sa part, très reconnaissant de la possession de cette diagnose, à laquelle la compétence de M. Cotteau, en pareille matière, promet une grande justesse. Jusque-là, il faut bien qu'il continue à considérer comme exact un travail qui n'est combattu que par de simples affirmations. Ce n'est qu'à regret qu'il s'est occupé de ce genre d'études, et pour ainsi dire forcé par la confusion que des *erreurs évidentes*, dues à des paléontologistes éminents, introduisaient dans les classifications géologiques. Du reste, les espèces que M. Hébert reconnaît dans ce *caput mortuum*, appelé *Micraster cor anguinum*, avaient été en partie distinguées, et très justement, par MM. Agassiz et Desor. Il n'a sur la conscience que le *Micraster Brongniarti* de Meudon, et le *M. Desori* de Fécamp, et il croit pouvoir attendre tranquillement le jugement de M. Cotteau, mais un jugement avec des *considérants*.

---

## *Séance du* 20 *décembre* 1858.

PRÉSIDENCE DE M. VIQUESNEL.

M. Albert Gaudry, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Danglure (Eugène), 17, rue Soufflot, à Paris, et à

Saint-Omer (Pas-de-Calais); présenté par MM. Michelin et Hébert.

Le Président annonce ensuite six présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice et des cultes, *Journal des savants*, novembre 1858.

De la part de M. l'abbé Antonio Stoppani, *Scoperta di una nuova caverna ossifera in Lombardia*, in-8, 15 p., 1 pl. Milan, 1858, chez D. Salvi et C^e^.

De la part de M. A. Damour, *Recherches sur les propriétés hygroscopiques des minéraux de la famille des zéolithes* (extr. des *Ann. de chimie et de physique*, 3^e^ série, t. LIII), in-8, 22 p.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1858, 2^e^ sem., t. XLVII, n^os^ 23 et 24.

*Bulletin de la Société de géographie*, 4^e^ série, t. XVI, n^o^ 95, novembre 1858.

*L'Institut*, n^os^ 1301 et 1302, 1858.

*Réforme agricole*, par M. Nérée Boubée, n^o^ 119, 11^e^ année, novembre 1858.

*L'Ingénieur*, nouv. série, n^o^ 11, novembre 1858.

*Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, n^o^ 145.

*Société académique des Hautes-Pyrénées*, 5^e^ année 1857-1858, *Bulletin* n^o^ 1.

*The quarterly journal of the geological Society of London*, vol. XIV, part. 4, nov. 1858, n^o^ 56.

*The Athenæum*, n^os^ 1624 à 1625, 1858.

*Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, vol. X, 2^e^ cahier, février-mars-avril 1858.

*Mittheilungen des Justus Perthes' geographischer Anstalt*, etc., von D^r^ Petermann, 1858, X.

M. Albert Gaudry rend compte de la communication suivante de M. Edmond Pellat sur le lias des environs d'Autun (Saône-et-Loire) :

*Renseignements sur le lias des environs d'Autun (Saône-et-Loire)*, par M. Edmond Pellat.

Les environs d'Autun, si riches en souvenirs pour l'archéologue, sont aussi bien partagés sous le rapport de la géologie.

Les poissons permiens de Muse, les bois fossiles du Champ de la Justice, ne sont pas les seules richesses qu'ils offrent au géologue; il peut y étudier encore la série complète des assises du lias.

L'infra-lias se présente avec le lias inférieur à 4 ou 5 kilomètres au sud-ouest d'Autun, à Gueunan, sous forme de dépôt enclavé dans les terrains granitiques (1). Sa faune est toute spéciale ; on y trouve, entre autres espèces nouvelles ou peu connues, des oursins du genre *Diadema* d'une conservation remarquable (2). L'absence de la Gryphée arquée permet de le distinguer dès le premier coup d'œil du lias inférieur.

Un peu plus loin d'Autun, dans les environs de Couches-les-Mines, entre Autun et Châlon-sur-Saône, on trouve les localités de Drevain, Mazenay, Rome-Château, Borgy. Les deux premières sont excessivement riches en fossiles, et renferment plusieurs espèces qui n'étaient jusqu'à présent signalées que dans la formation liasique de la province de Luxembourg et de Hettange (Moselle).

La montagne de Rome-Château montre, depuis le calcaire à Entroques qui en forme le plateau jusqu'aux marnes irisées, les assises suivantes, parmi lesquelles l'assise n° 3 rappelle deux couches célèbres, les schistes du lias supérieur de Boll et la couche à *miches* du Calvados (3).

---

(1) Je dois la connaissance de ce gisement à M. Desplaces de Charmasse, qui, avant moi déjà, l'avait exploré.

(2) M. Leymerie (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., t. III, p. 378) signale au même niveau, dans les environs de Lyon, les *Diadema seriale*, *globulus*, *microporum*, Ag.

(3) Voir le travail de M. Deslongchamps fils, intitulé *Notes pour servir à la géologie du Calvados* (*Bulletin de la Société linnéenne de Normandie*, 1856), où la couche à *miches* est décrite et rapprochée des schistes de Boll. M. Deslongchamps cite dans cette couche, à Curcy, des poissons entiers, *Leptolepis Bronnii*, *Dapedium politum*, des *Sepia* avec leur encre, etc. La couche, qui contient les singuliers brachiopodes de formes paléozoïques (*Leptæna* et autres) décrits par le même géologue, se trouve au-dessous de la couche à *miches;* peut-être existe-t-elle aussi dans les environs d'Autun, au-dessous des *Aptychus*. Comme elle est toujours très mince, elle peut m'avoir échappé.

1° Calcaire à Entroques.
2° Marnes du lias supérieur.
3° Calcaire se divisant en plaquettes, avec *Aptychus* (*Aptychus sanguinolarius*, Schloth. [1]), dents, etc.
4° Calcaire à *Gryphæa cymbium*.
5° Marnes sans fossiles.
6° Marnes à *Belemnites niger* et *clavatus*.
7° Les différentes assises du lias inférieur.
8° L'infra-lias (au pied de la montagne, à Mazenay).

Le tableau suivant, résumé des coupes prises dans les localités que j'ai explorées, donnera, je l'espère, une idée de la structure du lias des environs d'Autun et de la faune qui caractérise chacun de ses étages :

| | |
|---|---|
| Lias supérieur. | Marnes à *Belemnites tripartitus*, d'Orb., *B. irregularis*, Schloth., *Ammonites Raquinianus*, d'Orb., *Pecten pumilus*, Lam., *Leda rostralis*, d'Orb. — (3 mètres environ. — Montagne de Rome-Château.) |
| | Calcaire fissile jaunâtre, avec *Aptychus sanguinolarius*, Schloth., *Ammonites Raquinianus*, d'Orb., *Inoceramus amygdaloides*, Goldf., dents, écailles de poissons. — ($0^m$,50 environ. — Montagne de Rome-Château.) |
| Lias moyen. | Calcaire bleuâtre, à *Ammonites margaritatus*, Montfort, *Gryphæa cymbium*, Lam., *Pecten æquivalvis*, Sow., *Cidaris Amalthei*, Quenstedt. — (3 à 4 mètres. — Montagne de Rome-Château.) |
| | Marnes sans fossiles (12 à 15 mètres). |
| | Marnes et calcaires grisâtres, à *Belemnites niger*, Lister, *B. clavatus*, Blainv., *Ammonites Davœi*, Sow., *A. fimbriatus*, Sow., *A. planicosta*, Sow., *Terebratula numismalis*, Lam., — (4 mètres environ. — Curgy près d'Autun, Rome-Château.) |
| | Calcaire à *Ammonites Nodotianus*, d'Orb., *A. raricostatus*, Zieten, *Gryphæa cymbium* (variété de petite taille). — Il est souvent impossible d'établir la limite entre cette couche et les marnes à *Belemnites* (2). — ($0^m$,25 environ. — Drevain, Borgy.) |

(1) L'*Aptychus sanguinolarius* se trouve dans les schistes de Boll, avec l'*Ammonites serpentinus*.

(2) M. Alcide d'Orbigny a placé les *Ammonites Nodotianus* et *raricostatus* dans son étage sinémurien (lias inférieur). La couche qui les contient aux environs d'Autun appartient, par son faciès minéralogique et par sa faune, au lias moyen. On y trouve le *Belemnites umbilicatus*, Blainv., les *Terebratula numismalis*, *cornuta*, etc. Elle paraît se présenter avec des caractères constants dans une grande partie de la Bourgogne, et jusqu'à Pouilly-sous-Charlieu (Loire), où je l'ai vue très développée. J'ajouterai cependant, qu'à côté de fossiles

Lias inférieur.

Calcaire d'un bleu foncé, avec taches ferrugineuses. — Le *Belemnites acutus*, Miller, y est très abondant; la *Gryphæa arcuata* y est rare et passe déjà à la *G. cymbium*. On trouve à ce niveau les *Ammonites Scipionianus*, d'Orb., *A. obtusus*, Sow., les *Spiriferina Walcotii*, d'Orb., *Terebratula causoniana*, d'Orb., avec la plupart des espèces qui, plus bas, sont associées à la *Gryphæa arcuata*, type. — L'*Ammonites kridion*, Hehl, forme à la base un excellent horizon. — (3 à 4 mètres. — Borgy, Curgy, la Croix-Volot près de Drevain.)

Calcaire à *Gryphæa arcuata*, type. — Premières traces de *Belemnites* (*B. acutus*), *Ammonites bisulcatus*, Brug., *A. Charmassei*, d'Orb., *Lima antiqua*, Sow, *L. gigantea*, Deshayes, non d'Orbigny, plusieurs autres espèces de Limes. — On trouve à la base du dépôt un banc d'un bleu moins foncé et un peu pyriteux, rempli de grandes Cardinies, de *Myoconcha*, de Pernes, d'*Unicardium*, etc. — Tous ces fossiles ont leur test; plusieurs sont inédits. — (4 à 5 mètres. — A Drevain, Borgy, Curgy.)

Infra-lias.

Alternances de calcaires et de marnes noirâtres, avec *Ammonites planorbis*, Sow., *A. catenatus*, Sow., *diadema* (plusieurs espèces); Limes, Peignes, Cardinies, etc. — (Gueunan, Curgy.)

Lumachelle avec fossiles indéterminables.

Minerai de fer. — Ce dépôt, peu développé à Gueunan et à Curgy, est exploité sur une vaste échelle, pour le Creuzot, à Mazenay et à Chalancey près de Couches les-Mines. On y trouve, surtout dans le *toit* de la mine, des fossiles remarquables, tels que le *Trochus sinistrorsus*, Desh., la *Littorina clathrata*, Desh. (*Turbo Philenor* de d'Orbigny), même : le *Pleurotomaria cœpa*, Deslongchamps, un autre Pleurotomaire de forme déprimée et très voisin du *Pleurotomaria rotellæformis*, Dunker (1), la *Chemnitzia Vesta*, d'Orb., des Cardinies, des Plicatules ou Harpax.

Lumachelle.

Grès du lias, avec *Mytilus* et empreintes végétales. — (Épiry près de Couches-les Mines, Drevain.)

(L'ensemble du dépôt peut avoir, suivant les localités, de 4 à 6 mètres.)

Calcaire magnésien et marnes irisées.

---

spéciaux au lias moyen, cette couche renferme encore quelques espèces du lias inférieur.

(1) La bande du sinus, comme dans le *Pleurotomaria cœpa*, est cachée par l'enroulement de la spire, et n'est par conséquent visible que sur le dernier tour.

M. Michelot présente le Mémoire suivant de M. Étallon sur les crustacés fossiles trouvés dans les *chailles* de l'E. de la France :

*Description des crustacés fossiles de la Haute-Saône et du Haut-Jura*, par M. A. Étallon (Pl. III, IV, V, VI).

Thurmann, dans ses vues d'ensemble sur la chaîne du Jura, avait pour ainsi dire classé tous les points à étudier, et les *Esquisses orographiques* indiquent les noms spéciaux qu'il destinait à chacun d'eux ; seule, la partie au centre de laquelle se trouve Saint-Claude n'avait pas reçu le sien, soit qu'elle fût censée se confondre avec les régions voisines, soit que l'étude qu'on pouvait en faire dût amener peu de faits nouveaux. Dans tous les cas, rien n'avait encore été publié sur ce massif qui comprend à l'E. les plus hauts sommets de la chaîne, si ce n'est quelques faits isolés qui venaient à l'appui de théories particulières ; nous avons employé pour cette partie l'expression de *haut Jura* que nous conservons ici. L'étude des couches nous a conduit à adopter certaines divisions que nous avons essayé de faire connaître dans notre *Esquisse d'une description géologique du haut Jura*, puis avec quelques modifications dans nos *Études paléontologiques*. Aussi croyons-nous inutile d'en donner ici même un croquis qui semblerait nécessiter l'examen d'une classe d'animaux qui se retrouvent dans tous les étages. Les indications de détails seront faites dans la description des espèces.

A diverses reprises, nous avons eu occasion de faire quelques observations dans la Haute-Saône, et, relativement aux crustacés en particulier, nous avons été assez heureux pour recueillir certains faits qui, outre l'importance qu'ils peuvent avoir par eux-mêmes, en ont encore plus à nos yeux par les comparaisons qu'ils nous ont permis d'établir entre le nord et le sud de la chaîne, et nous avons cru convenable de réunir dans une même notice nos remarques sur les crustacés de ces deux régions. Dans la Haute-Saône, ces animaux habitent surtout les *chailles* qu'ont rendues célèbres leur faune et les discussions sur leur position précise. Ce qui est publié, comme ce qui nous est connu sur elles, est insuffisant : un ouvrage aussi précieux comme géologie générale que comme description particulière d'un pays, et qui a fait époque dans la science, la *Statistique minéralogique de la Haute-Saône* de M. E. Thirria, a déjà résolu une partie du problème ; il reste encore à signaler leur valeur précise dans l'étage, leurs variations

de structure, de faunes, suivant le lieu d'où elles sortent, à coordonner ces mêmes faunes avec celles des autres assises, à indiquer pour celles qui sont remaniées leurs rapports avec les terrains sur lesquels elles reposent et leurs relations avec les terrains modernes ou même tertiaires, tous faits sur lesquels nous n'avons pas encore assez de données. Cependant ces faits ayant peu d'importance pour une étude spéciale sur les crustacés, il est possible de donner celle-ci en remettant à une autre époque les observations stratigraphiques et l'examen de la totalité de la faune ; d'un autre côté, nous possédons sur ces animaux un ensemble de renseignements tels qu'il ne nous reste plus de doute sur les formes de la plupart d'entre eux, et probablement l'avenir n'en apportera pas beaucoup plus. Au reste, ce serait peut-être ici le lieu de donner quelques notions sur l'*Art de casser les chailles ;* car c'en est un de pressentir celles qui renferment des crustacés et de les briser dans le sens convenable ; mais tout précepte à cet égard aurait moins de valeur que le maniement du marteau et l'habitude des recherches.

M. Thirria indique plusieurs localités où l'on rencontre les *chailles à crustacés* ; il faut y ajouter les gisements de Pierrecourt, de Franois, tout à fait à l'ouest du département, et vers l'est celui de Calmoutiers qui est si riche. Les territoires de Mailley et de Rosez en sont couverts d'une immense quantité qui renferment encore bien des débris. Dans toutes ces localités, les chailles sont remaniées. De l'examen des lieux et de l'étude des espèces qu'elles renferment, il est facile d'arriver à ces conclusions : qu'elles ont leur origine dans l'oxfordien supérieur ; qu'elles sont de nature différente, suivant les lieux où elles ont pris naissance ; que les espèces sont concentrées dans un lieu d'habitation d'où elles rayonneraient, en devenant de moins en moins nombreuses, à des distances plus ou moins grandes. Ainsi les chailles siliceuses, géodiques, à crustacés, des environs de Vesoul ; les chailles calcaréo-siliceuses de Champlitte, les chailles siliceuses, compactes, à *Terebratula Thurmanni*, *Collyrites ovalis*, de Gy, de Besançon, sont toutes pour nous de la même époque, et ne sont différentes que par suite d'un mode différent de dépôt des couches qui les renferment. Ces derniers faits s'appliquent même aux chailles remaniées, ce qui prouve en outre que celles-ci n'ont pas été transportées à de grandes distances, et que leur forme arrondie est due à un mode particulier de formation et nullement aux remaniements auxquels elles auraient été soumises. Si donc le plus souvent elles sont seules, si elles reposent presque toujours sur les

terrains jurassiques inférieurs, c'est que les marnes oxfordiennes ont été dénudées, et d'autant plus facilement, que celles-ci ont moins d'épaisseur et d'homogénéité. La Haute-Saône est loin d'avoir un oxfordien type ; aussi avons-nous cherché à démontrer (*Études paléontologiques*, p. 6) tout l'inconvénient qu'il y aurait à se servir plus longtemps de l'expression de *terrains à chailles* qui a son origine dans la Haute-Saône, et que l'on a confondu plus tard avec d'autres assises supérieures. Pour nous, ce mot désigne les gisements de chailles, qu'ils appartiennent à l'oxfordien ou aux terrains modernes.

Ces faits de localisation des chailles ont aussi leurs preuves stratigraphiques ; on les trouve à peu près toujours près des terrains jurassiques moyens, ou dans le voisinage de quelque grande faille qui aura détaché des lambeaux d'oxfordien, et n'en aura laissé que les parties qui ne peuvent pas être détruites par les agents atmosphériques. Ailleurs on les retrouve à la surface des dernières couches qu'elles recouvrent ainsi, autre part, dans les coupures de terrains ; on les voit encore dans les assises mêmes qui les renferment, un peu différentes, il est vrai, de celles qui se trouvent à la surface, et qui ont été soumises à une suite de réactions chimiques que nous n'examinerons pas ici. Donner une diagnose zoologique des divers gîtes à fossiles suffira pour prouver ce qui vient d'être avancé.

*Gîte de Calmoutiers.* — Chailles siliceuses, semi-pulvérulentes, jaunâtres ; *Glyphea Regleyana*, femelle abondante et prédominante ; très rare, *G. Udressieri* ; *G. Münsteri* et *Bolina ventrosa*, nulles ; exclusifs, *Glyphea rostrata*, rare, et *Eryon Perroni* et *Portunus ? jurensis*, très rares. Abondance de petites bivalves de *Trigonia clavellata*, de petits gastéropodes et *Ammonites cordatus* ; *Collyrites ovalis* (1), rares et de petite taille ; polypier cohabitant, nul.

*Gîte de Charriez.* — Chailles siliceuses, semi-pulvérulentes, compactes, jaunâtres. *Glyphea Regleyana*, *G. Münsteri*, assez rares ; individus mâles de la première prédominants, la seconde exclusive ; les autres Glyphées nulles. Abondance des *Bolina ventrosa*, principalement de la variété *minor* qui est presque exclusive, et *Millericrinus echinatus* ; *Trigonia clavellata*, assez commune ; les Ammonites, gastéropodes, petites bivalves, *Collyrites*, nuls ; polypier cohabitant, très nombreux.

*Gîtes de Mailley, Rosez, Maizières.* — Chailles de Charriez ;

(1) *Collyrites bicordata*, Des. *Syn. Éch.*, p. 206.

*Glyphea Regleyana*, femelle assez commune; *Glyphea Münsteri* (d'après les *Neue Gattungen*); abondance et prédominance des *Bolina ventrosa*, var. *major*, *Trigonia clavellata*, *Collyrites ovalis*, de petite et de forte taille; grandes et rares *Ammonites cordatus* et autres; les autres Glyphées et les gastéropodes, etc., nuls; polypier cohabitant, nombreux.

*Gîtes de Franois, Pierrecourt.* — Chailles calcaréo-siliceuses, compactes, grisâtres. Très rares fossiles: *Glyphea Udressieri* à Franois, et *Bolina ventrosa* mâle à Pierrecourt; les gastéropodes, bivalves, etc., nuls.

*Gîtes de Charcenne, Gy.* — Chailles calcaréo-siliceuses, compactes, terreuses; abondance et prédominance des *Rhynchonella Thurmanni*, *Collyrites ovalis*, *Terebratula bucculenta*, *Millericrinus echinatus*, *Ammonites arduennensis*.

La *Glyphea Regleyana* est donc l'espèce la plus abondante et se retrouve partout; néanmoins les individus mâles paraissent plus nombreux à Charriez, tandis que les femelles dominent à Calmoutiers et à Mailley. La *G. Münsteri* ne se trouve qu'à Charriez où elle est très rare. M. H. de Meyer l'a cependant indiquée à Maizières. Ces chailles de Calmoutiers et de Franois renferment la *G. Udressieri* qui est loin d'être abondante, les individus connus semblant appartenir à des femelles, et une remarque générale, c'est que dans tous ces crustacés les mâles paraissent beaucoup moins nombreux. Les *G. rostrata*, *Eryon Perroni*, *Portunus?* semblent concentrées à Calmoutiers; mais ce qui distingue surtout cette dernière localité, c'est la présence des gastéropodes et des petites bivalves. La *Bolina ventrosa* a deux stations bien distinctes, et il est assez singulier, si c'est la même espèce, qu'il y ait une différence constante dans la taille; il faut donc en faire deux variétés: la variété *minor* particulière à Charriez, l'autre à Mailley. L'*Ammonites cordatus* atteint une grande taille à Mailley; mais elle est très rare, et est accompagnée d'autres Ammonites d'assez grande taille dont la détermination est difficile. La *Trigonia clavellata* se retrouve partout; elle est surtout abondante à Mailley, et en second lieu à Calmoutiers. Le *Collyrites ovalis* offre une distribution intéressante à Calmoutiers; il occupe le centre de petites géodes, pulvérulentes intérieurement, et où il est assez difficile de le découvrir à cause du peu d'épaisseur de son test. Il vivait au contraire en famille à Rosez, et il n'est pas rare de rencontrer des chailles qui en renferment jusqu'à douze et quinze individus; quand il est seul, il est toujours de grande taille.

Un fait également important à signaler, c'est la présence parmi

ces chailles, mais tout à fait indépendant de celles-ci, d'un unique polypier représenté par des milliers d'exemplaires. Il se trouve surtout sur le plateau de Charriez; moins abondant à Rosez, il l'est davantage à Mailley. Ce même polypier, à l'état siliceux, du reste, comme dans toutes les localités précédentes, existe à Rupt et à Vy-les-Rupt, accompagné de chailles calcaréo-siliceuses à *Rhynchonella Thurmanni*, complétement privées de crustacés, et à petite distance d'autres polypiers siliceux qui appartiennent évidemment à notre zoanthairien. Ce polypier est toujours mal conservé au milieu des chailles, non pas que ce charriage soit pour beaucoup dans l'aspect qu'il présente; l'absence de caractères internes indique un mode de transformation différent de celui qu'ont éprouvé les beaux individus qu'on rencontre aussi dans le zoanthairien de Vy-les-Rupt et de Charcenne. Cette espèce semble donc avoir eu deux stations différentes, peu éloignées, il est vrai, dans la série, mais distinctes néanmoins. Ce polypier, qui est encore inédit (1), constitue une de ces *stations oligozoïques* à zoanthaires que nous avons signalées dans nos *Études paléontologiques* (*Monographie du corallien*, p. 9).

Si, dans la Haute-Saône, les crustacés sont très abondants dans les chailles, ils n'y sont pas exclusivement renfermés. Les terrains jurassiques inférieurs n'en ont pas encore fourni; mais on en rencontre dans les supérieurs à partir du corallien. Nous avons trouvé quelques pinces dans les premières assises de cet étage, près de Champlitte. Le virgulien du Port-du-Poirier, près de Gray, renferme une *Bolina* (*Clytia*, H. de Meyer) qui nous a fourni la solution d'un problème qu'indiquait cependant l'ensemble des faits observés ailleurs, c'est-à-dire la réunion à cette espèce des débris épars qui lui conviennent. Le même sous-étage renferme à Arc des débris de pinces d'une autre espèce et d'un genre différent; celles du portlandien de Gray sont certainement nouvelles, mais insuffisantes pour une détermination.

Nous aurions voulu rendre cette notice le plus complète possible, en y introduisant les espèces signalées jusqu'à présent dans la chaîne du Jura; mais les indications données sont si vagues, les espèces trouvées sont si mal conservées, que les faits à indiquer seraient par leur incertitude à peu près inutiles. Nous ne donnerons donc ici que le résultat de nos observations particulières.

---

(1) Nous nous abstenons ici de toute détermination, M. le docteur de Fromentel devant publier prochainement les polypiers de la Haute-Saône.

Il nous reste maintenant à passer en revue les éléments zoologiques sur lesquels repose ce travail. Les genres étant très peu nombreux et peut-être exclusivement jurassiques, le nombre des auteurs à consulter est par le fait assez restreint. Presque tous les anciens auteurs, allemands ou anglais, qui ont publié des descriptions de fossiles, ont fait connaître en même temps quelques crustacés : Bayer, Valck, Knorr, Schübler, Schlotheim, Germar, Phillips, Mantell, Dixon, etc.; plus tard Desmarest, Roemer, M. E. Deslongchamps, les ont donnés sous les noms de *Flusskrebs*, *Astacus*, *Macrourites*, *Palinurus*..... presque toujours sans désignation d'espèces et passant indifféremment dans bon nombre d'étages. Les éléments disséminés dans ces divers étages ont été utilisés plus tard dans les travaux spéciaux du comte de Münster, de H. de Meyer, et dans les livres plus généraux de MM. Milne Edwards, Bronn, Quenstedt..... Nous aurons particulièrement à citer : *Ueber die fossilen langschwänzigen Krebse*, et *Neue Gattungen fossiler Krebse;* ce dernier surtout, entrepris dans les mêmes vues que le nôtre, mais que nous compléterons dans les points les plus essentiels, sinon dans tous, l'auteur n'ayant eu à sa disposition que des matériaux assez peu nombreux recueillis par d'autres, et n'ayant pas été comme nous dans le cas de faire des observations directes. Peu de temps après la publication de l'ouvrage de M. H. de Meyer, M. E. Deslongchamps, qui avait à sa disposition quelques crustacés découverts par M. Bachelier dans l'oxfordien supérieur de Sainte-Scolasse (Orne), les décrivit sans savoir que ces espèces étaient déjà connues; mais il les donna plus complètes qu'il ne l'avait été fait jusqu'alors.

D'après ces derniers travaux, la forme générale des *Glyphea* était parfaitement déterminée; mais il restait à donner les causes des variations que présentaient des espèces bien réellement identiques; à résoudre pour les espèces placées dans le genre *Clytia* le même problème qui avait été résolu pour les *Glyphea*. Nous avons été assez heureux pour découvrir les éléments de la solution de ce dernier. Quant aux variations que présentent les diverses espèces et d'une manière constante, il ne nous reste aucun doute qu'elles ne doivent être attribuées à la différence des sexes. Ce qui était connu de ces crustacés, le petit nombre de leurs débris n'était point suffisant pour amener ces distinctions qui ne peuvent être saisies que par un grand nombre de comparaisons. Aussi n'est-il point étonnant qu'aucun des auteurs précités n'ait établi ces différences. Cependant il ne nous a pas encore été possible de pouvoir examiner les organes de la génération, et probablement il

indra encore attendre longtemps avant que ces parties, toujours compliquées de forme, puissent être mises nettement à découvert; mais comme il est très rare dans ces divers animaux que les distinctions des sexes n'amènent pas en même temps dans les individus des différences plus ou moins marquées, il fallait donc s'attacher ici à l'examen attentif des espèces, et à trouver dans les membres, la carapace, l'abdomen, des caractères quelconques qui traduisissent la disposition intime de l'animal. Les carapaces étant identiques, les modifications ne pouvaient donc exister que dans les membres et l'abdomen. Là elles sont petites; mais il fallait connaître l'un et les autres, et savoir à quoi les attribuer (1). Cette réunion a pu être faite pour la plupart des espèces décrites dans ce mémoire, et s'il ne nous a pas été possible de l'indiquer pour toutes, c'est que ces dernières sont excessivement rares.

Cette étude des crustacés jurassiques porte non-seulement sur les échantillons rassemblés par nous, mais encore sur ceux qui se trouvent dans les musées francs-comtois et jurassiens suisses que nous avons eu occasion de visiter; tous ont quelques débris, des carapaces de la *Glyphea Regleyana*, et les autres espèces n'y sont pas ou à peine représentées; il faut toutefois en excepter le Musée de Besançon qui possède de beaux individus des espèces les plus communes (*Glyphea Regleyana*, *G. Münsteri*, *Bolina ventrosa*), ains. qu'une moitié de carapace de la *G. Udressieri*. Les collections faites par Voltz et d'Udressier, les individus sur lesquels M. H. de Meyer a fait ses descriptions, ne nous sont connues que par les indications des *Neue Gattungen*. Nous possédons en chailles une quarantaine d'exemplaires, ce qui porte à 80 ou à peu près le nombre des espèces que nous aurions à citer *de visu*, sur lesquelles 40 environ ne sont représentées que par la carapace, et des autres, 15 sont sinon intactes, du moins possèdent la plus grande partie de leurs membres ou de leur abdomen; nous avons été assez heureux pour en rencontrer 7 ou 8 qui sont aussi complètes que pos-

(1) M. Hermann de Meyer avait pourtant des matériaux à sa disposition pour établir cette réunion; il n'a pas non plus attaché d'importance à ces variations ou il n'en a pas prévu la cause. Il suffit de jeter les yeux sur la planche III des *Neue Gattungen*, pour s'assurer que les figures 18 et 19 ne sont pas complétement identiques avec les figures 20 et 21; dans les premières, des membres comprimés, un abdomen large distinguent l'individu figuré; dans les secondes, il a pour caractère des membres longs, cylindriques, et un abdomen étroit. La description de la *Glyphea Regleyana* indiquera ce qui appartient à l'un et à l'autre sexe.

sible. Les espèces des autres terrains de la Haute-Saône n'offrent que de très rares individus, en général moins bien conservés que ceux des chailles, et représentés le plus souvent par un unique échantillon ; ils sont même tellement peu complets que le mieux est de s'abstenir de toute classification.

La rareté encore plus grande des espèces de cette classe d'animaux dans les autres terrains nous a fait restreindre ce travail à l'indication de celles qui habitent les divers étages jurassiques. Le néocomien inférieur du haut Jura renferme dans les marnes de Hauterive des pinces assez communes qui paraissent appartenir à trois espèces ; les carapaces étant inconnues, il est difficile, sinon impossible pour le moment, de dire à quel genre elles doivent appartenir. Nous avons recueilli dans les marnes du grès bigarré du mont Marrot, près de Breuche-les-Luxeuil, un crustacé qui ne se rapporte pas, même comme genre, à deux espèces signalées par M. H. de Meyer dans le même étage à Sultz-les-Bains. Il est complet ; mais l'étude certaine en est difficile, réduit qu'il est à l'épaisseur de quelques feuilles de papier. Nous lui donnons provisoirement le nom de *Lithogaster luxoviensis* (1). Le grès bigarré de Luxeuil renferme encore d'autres empreintes qui doivent avoir appartenu à des crustacés en course, et que nous avons déjà indiquées dans notre *Notice sur le grès bigarré* (1854). Nous nous proposons de les décrire dans une note spéciale avec les impressions de pas d'oiseaux et autres qui ne sont pas rares. C'est de cette même localité que viennent les vestiges de *Cheirotherium* décrits naguère par M. Daubrée.

## Genre Prosopon.

H. de Mey., *Jahrb.*, 1835, p. 329. — *Gatt. foss. Kreb.*, p. 21. — in Münst., *Beitr. zur Petref.*, V, p. 70.

Ce genre, sur lequel règnent des doutes pour ses affinités, comprend de petites espèces à carapace très mince, caractérisée par des sillons assez marqués, et des protubérances qui lui donnent une ressemblance grossière avec un visage humain. Les sillons transversaux sont à peu près perpendiculaires au plan longitudinal de l'animal, et partagent la carapace en trois parties dont la médiane est plus ou moins développée. Les protubérances ne sont très sail-

(1) Voyez planche V, figure 7.

lantes que dans certaines espèces qui sont en même temps plus élargies postérieurement. L'abdomen est inconnu; mais il paraît avoir un faible développement, son insertion étant assez étroite et sa carapace ayant beaucoup d'analogie avec celle des Anomoures. Les membres antérieurs sont assez puissants, terminés par des pinces épaisses, fortes, quoique de petite taille. Le doigt immobile peu allongé, oblique ; le mobile plus fort.

M. H. de Meyer, en établissant ce genre, y a compris des espèces un peu disparates et qui n'étaient connues que par leur carapace ; aussi, tout en le créant, indiquait-il l'obligation d'en séparer quelques-unes sous le nom de *Pithonoton*, qui auraient pour caractères d'avoir la partie postérieure plus rétrécie, et la carapace plutôt accidentée que garnie de protubérances (*Beit.*, Münst., V, p. 70). Les espèces du haut Jura appartiendraient à ce dernier genre, et toutes celles qui possèderaient ces mêmes caractères seraient particulières aux terrains jurassiques, tandis que l'espèce type des *Prosopon* serait néocomienne. Aussi croyons-nous que ce genre doit être adopté ; cependant, comme l'étude de nos espèces n'apporte de nouveau qu'une probabilité voisine de la certitude sur la nature des membres, il convient, jusqu'à plus ample et plus complète description, de le conserver comme sous-genre.

Nous suivrons ici l'opinion de M. Bronn qui place ce genre entre les Brachyures et les Macroures, et leur analogie avec les *Ranina*, *Hela*, semble indiquer leur place dans les Aptérures.

Le haut Jura renferme trois espèces dont deux appartiennent à notre spongitien et l'autre au dicératien.

### Sous-genre Pithonoton.

**1. Pr. (Pithonoton) quadratum**, *Etall.*, pl. III, fig. 7, 8 et 9.

*Prosopon quadratum*, Et., *Géol. haut Jura*, p. 32.

Petite espèce rectangulaire, aplatie, très peu prolongée en avant, plane sur les côtés, qui sont séparés par une carène de la surface supérieure. Celle-ci régulièrement convexe, rétrécie en arrière, partagée en trois parties par deux sillons peu profonds, quoique bien marqués, à peu près de même valeur. L'antérieur, placé entre le tiers et la moitié de la longueur de la carapace, formé de trois portions de courbe, subégales, concaves antérieurement, et se prolongeant latéralement jusqu'au bord de la carapace; le postérieur placé aux deux tiers de la longueur, presque en ligne droite, avec un sinus peu sensible sur la ligne dorsale.

Carènes latérales portant des tubercules assez gros et se traduisant en avant par une épine. Rostre très court, creusé d'un petit canal; à une distance de 1 millim., une épine assez forte, moindre que l'épine de la carène, et entre elles un espace vide, concave, destiné à loger les organes de la vision qui étaient très développés. Surface recouverte d'une granulation égale, serrée, assez abondante, visible à peine à l'œil nu; test peu accidenté, et par suite les diverses régions fort peu distinctes.

C'est sans doute à cette espèce qu'il faut rapporter des débris de pinces qu'on rencontre avec elle dans les petits bancs marneux intercalés du spongitien supérieur du Pontet (Saint-Claude). Ces pinces, longues de 10 millim., larges de 6, sont fortes, épaisses, et le doigt mobile est pyramidal, courbé, avec une solide articulation.

Carapace : long., 16 millim.; larg., 12 millim.; haut., 5 millim.

Oxfordien. — Sous-étage spongitien. — Saint-Claude. — Très rare.

L'espèce la plus voisine de celle-ci est le *Prosopon rostratum*, H. de Mey. (*Gatt. foss. Kreb.*, p. 24, pl. 4, fig. 36, et in Münst., *Beitr.*, V, p. 76, pl. 15, fig. 4?, 5 et 6?). Toutefois, sous ce nom sont associées des espèces qui nous semblent devoir être séparées, malgré la certitude qui paraît avoir présidé à la réunion du moule arrondi, représenté par la figure 4, au test polygonal signalé par la figure 5. Dans les espèces qui nous sont connues, le test est trop mince pour qu'il y ait une aussi grande différence entre l'intérieur et l'extérieur. Cette même forme arrondie doit aussi faire éloigner du *Prosopon rostratum* l'espèce indiquée sous ce nom par M. Quenstedt (*Handb.*, p. 263, pl. 20, fig. 4). La réunion admise ou non, au reste, le *Pithonoton quadratum* diffère de la figure 5, planche 5 du *Beiträge*, par son rostre moins sensible, ses parties latérales aplaties, limitées par une carène, ses sillons également creusés, et l'absence des trois tubercules de la région cordiale.

La taille de cette espèce est la même que celle du *Prosopon rostratum;* il en est de même pour le *P. simplex* et le *Pithonoton gibbosum*, et il est singulier que les deux espèces du spongitien du haut Jura unissent la même taille que celles de l'oxfordien d'Allemagne à d'autres caractères qui ne sont pas très éloignés. Cependant ces espèces ne sont pas identiques, et il n'est pas probable que ce soient des variétés.

2. Pr. (Pithonoton) gibbosum, *Etall.*, Pl. III, fig. 4, 5 et 6.

*Pithonotum gibbosum*, Etall., *Géol. haut Jura*, p. 32. *Prosopon rostratum*, Mey. — Quenst., *Der Jura*, p. 663, pl. LXXXI, fig. 43? *Hand.*, p. 263, pl. XX, fig. 4. (non *P. rostratum*, Mey., Münst.)

Très petite espèce étalée, peu épaisse, arrondie en avant, élargie latéralement et rétrécie postérieurement. Surface supérieure fortement convexe, plus déclive en avant que sur les autres parties, coupée latéralement à angle droit, et sur la carène formée quelques pointes assez fortes, la dernière plus grande et proéminente en avant, la partie comprise entre la carène et le bord de la carapace très étroite. Sillons transversaux assez marqués; le premier presque en ligne droite latéralement, portant un sinus arrondi sur la ligne dorsale. Division principale antérieure, occupant près de la moitié de la surface, partagée à son tour en trois parties par de très faibles sillons secondaires qui donnent à la région stomacale la forme d'un matras dont le col arrive presque jusqu'au rostre; régions hépatiques convexes. Division principale moyenne, assez étroite, prolongée en pointe en arrière sur la ligne dorsale, et suivie d'un sillon qui sépare les régions branchiales; région cordiale saillante et logée dans cette pointe; région génitale peu prolongée. Division postérieure étroite. Surface recouverte de pustules arrondies, subégales, à peu près également distribuées, si ce n'est sur les régions branchiales où elles sont plus serrées et plus petites.

Bord antérieur arrondi en avant, portant 5 petites pointes : les 2 médianes déterminant le rostre, obtuses et séparées par un petit intervalle; les deux suivantes et celles qui terminent les carènes latérales plus séparées et accompagnées d'un méplat en avant.

Abdomen et membres inconnus.

Carapace : long. 6 1/2 millim., larg. 6 millim., haut. 2 millim.

Oxfordien. — Sous-étage spongitien. — Pontet (Saint-Claude). — Très rare.

Cette espèce ne peut être confondue qu'avec le *Prosopon simplex*, H. de Mey. (*Gatt. foss. Kreb.*, p. 23, pl. 4, fig. 33); il est d'abord un peu plus petit; la division antérieure est plus grande relativement, et c'est un peu au-dessus du premier sillon que la carapace a sa plus grande largeur; le bord de celle-ci a des accidents, des points, des sinus qui n'ont pas été indiqués dans le *Pr. simplex*; la surface n'a pas non plus les fines rides et les petites

cavités de cette dernière (*ibid.*, p. 24), mais des tubercules sensiblement égaux et d'autres qui s'allongent en pointes sur la carène.

M. Quenstedt a associé cette espèce au *P. rostratum*. Sa taille plus faible, sa forme arrondie, rétrécie en arrière, rendent cette réunion impossible, abstraction faite même des différences dans les ornements. D'un autre côté, M. Quenstedt a appelé de ce nom dans les deux ouvrages précités deux espèces qui me paraissent différentes; il y a tout lieu de croire que la dernière publiée est la véritable.

3. Pr. (Pithonoton) Meyeri, *Etall.*, pl. III, fig. 1, 2 et 3.

Petite espèce quadrangulaire, peu épaisse, un peu allongée antérieurement, arrondie latéralement, rétrécie sous l'insertion de l'abdomen, profondément sillonnée avec quelques faibles protubérances. Division principale antérieure dépassant à peine la moitié de la surface; sillon peu ondulé avec un faible sinus anguleux dans la partie médiane; région stomacale en forme de matras, à col seulement bien marqué; régions hépatiques antérieures arrondies, avec une petite protubérance au centre et une autre beaucoup plus petite entre celle-ci et le rostre. Ce dernier, assez long, incliné en avant avec deux saillies qui bordent des orbites très grandes et profondes. Division principale moyenne, étroite, très accentuée et prolongée tout à coup en arrière suivant un sinus anguleux; région cordiale bien distincte; aux extrémités de cette région un tubercule aigu; dernier sillon plus profond vers le bord, rejoignant le premier en ce point, se dédoublant au centre à l'endroit où il tourne la région cordiale. Division postérieure plus développée que les autres, occupant à peu près la moitié de la surface totale; régions branchiales nettement séparées, n'offrant pas de caractères particuliers. Test recouvert de petits tubercules plus forts en avant qu'en arrière; ceux de la partie postérieure nombreux et à peine marqués.

A côté de cette espèce se trouvent quelques petites pinces qui lui appartiennent probablement et dont voici les caractères: main subcarrée, assez épaisse, tranchante dans la partie interne; doigt immobile peu développé, l'autre beaucoup plus.

Carapace: long. 10 millim., larg. 7 millim., épaiss. 4 millim.

Pince: long. 8 millim., larg. 5 millim.

Corallien. — Sous-étage dicératien. — Volfin (Saint-Claude). — Très rare.

Assez voisin des *Prosopon rostratum* et *quadratum*, le *Pitho-*

roton *Meyeri* ne peut être confondu avec eux; il est plus orné, plus rostré que le dernier; les régions sont mieux marquées et la division moyenne plus étroite, caractère qui le sépare bien nettement du *Pr. rostratum* qui a en outre les régions branchiales moins développées, des tubercules saillants sur la région cordiale et pas sur les régions hépatiques antérieures. L'espèce du haut Jura est en outre remarquable par la grandeur de ses orbites.

Cette espèce ne nous étant connue que par des moules, il est possible que les ornements de la surface soient différents de ceux qui ont été indiqués. C'est cette forme quadrangulaire dans les moules et le peu d'épaisseur du test dans les espèces du Spongitien qui nous ont fait douter des réunions au *Pr. rostratum* des espèces figurées par MM. H. de Meyer et Quenstedt.

## Genre Eryon.

Desmarest, *Crust. foss.*, p. 129, 1822. — *Consid. Crust.*, 1825, p. 207. — Münst., *Beitr. zur Petref.*, II, p. 2.

Ce genre est caractérisé par une carapace presque carrée par l'expansion des flancs, et fortement dentée par des découpures plus ou moins profondes, surtout en avant. Les pinces sont longues et grêles et les doigts courts, l'abdomen comprimé.

Les seules espèces certaines décrites jusqu'à présent appartiennent aux terrains jurassiques et sont surtout concentrées dans les schistes lithographiques de Bavière.

### 1. Eryon Perroni., *Etall.*, pl. IV, fig. 1, 2 et 3.

Carapace carrée, un peu plus longue que large, portant latéralement de fortes épines courbes en avant, au nombre de 10 à 12, suivies de quelques expansions lamelleuses par suite des échancrures du test; ensemble aplati, presque plan supérieurement; une carène marquée sur la ligne dorsale, accompagnée près de l'insertion de l'abdomen de deux chevrons formant avec la carène et la partie postérieure de la carapace deux triangles isocèles; l'interne en relief, plus élevé dans sa partie médiane et recouvert de gros tubercules aigus; l'externe commençant un peu au-dessous du milieu de la ligne dorsale, creusé en sillon, moins sensible que l'autre coudé inférieurement avant d'atteindre le bord, et se divisant en petits plis jusqu'à celui-ci. Ornements consistant en tubercules inégaux, pointus, assez forts et assez serrés, accompagnés de plis dermatiques se dirigeant obliquement vers les flancs; le bord pos-

térieur garni de tubercules épineux, serrés, saillants en haut; carapace plus ventrue en-dessous; tubercules plus serrés et plus petits qu'en-dessus, à peu près nuls en avant; ouverture thoracique triangulaire; premiers anneaux de l'abdomen très étroits, à ailes fort courtes.

Les autres parties inconnues.

Carapace : long. 30 à 35 millim., épaiss. 10 millim.

Oxfordien. — Chailles siliceuses. — Calmoutiers. — Très rare.

Cette espèce a la forme générale de l'*Eryon arctiformis* (*Macrourites*, Schloth.; *Eryon Cuvieri*, Desm.); ses épines latérales sont plus rares et plus fortes, et elle s'en distingue surtout par sa surface inférieure qui est moins plane, et ses deux chevrons l'un en relief, l'autre en creux. Ce dernier caractère, joint à la forme carrée, le sépare nettement des autres espèces, surtout des *Eryon Meyeri* et *speciosus*, Münst. (*Beitr.* II, p. 2 et 6, pl. 2, 3 et 4.) dont les saillies de la carapace sont tuberculées et obliques.

Nous ne possédons de l'*Eryon Perroni* qu'une moitié du moule de la carapace et l'empreinte externe correspondante; la partie antérieure n'est pas visible.

## Genre Glyphea.

*Glyphea*, H. de Meyer, *Jahrb.*, 1835, p. 328 (von Münster, *Beit.* II, p. 15). — *Neue Gatt. foss. Krebse*, p. 10. — Pictet, *Pal.* II, p. 451.

Antennes de petite taille et de très faible diamètre, garnies cependant extérieurement d'une forte lame protectrice composée de 3 ou 4 articles et portée sur base solide, large, logée dans un sinus de la carapace; celle-ci cylindroïde, rostrée, simple, étroite en avant sur le tiers de la longueur, puis s'élargissant tout à coup, et garnie sur le pourtour d'un fort rebord. Surface très ornée et offrant par la présence de sillons transverses, profonds, trois divisions bien distinctes : l'extérieure ornée de tubercules plus ou moins développés, disposés suivant des droites parallèles à la ligne dorsale; la moyenne très prolongée en arrière et découpée par d'autres sillons, et la postérieure ventrue, arrondie, variable d'ornementation. Pattes inégales, terminées par de longs articles effilés; l'antérieure très développée et allongée; dans les mâles, aussi longues que le corps, formées de parties cylindriques, fortes; dans les femelles, plus courtes que le corps, composées d'articles comprimés, l'antépénultième court et triangulaire. Abdomen

replié en dessous, plus mobile vers le tiers antérieur; anneaux sillonnés en travers, dont les ailes sont courtes et impressionnées. Nageoire bien développée; lames externes découpées par une charnière oblique. Thorax étroit, dont le dernier anneau est probablement mobile.

Ce genre est particulier aux terrains jurassiques; on en connaît neuf espèces.

Malgré les caractères qui les rapprochent des *Pemphix* et des *Palinurus*, la lame externe des antennes, la mobilité du dernier anneau du thorax doivent les faire conserver dans les Astaciens. Décrites autrefois sous le nom de *Astacus* et de *Palinurus*, ces espèces, indiquées déjà par M. Milne Edwards (*Hist. nat. Crust.*, II, p. 302) comme devant former un type à part près des *Nephrops*, ont été séparées par M. Hermann de Meyer, sous le nom de *Glyphea*, dont les limites ont été trop étendues par M. le comte de Münster; les espèces signalées par ce dernier auteur doivent rentrer dans les genres plus nouveaux *Clytea* ou *Eryma*. En prenant donc pour types les individus qui habitent les *chailles* de la Haute-Saône, on retrouve les formes caractéristiques du genre depuis le lias jusqu'au kimmérigdien, et certaines espèces paraissent avoir en outre une grande extension géographique. La plupart même se montreraient dans plusieurs étages. Ce passage, toutefois, nous paraît douteux, l'opinion émise à cet égard n'étant appuyée que sur une étude de fossiles incomplets ou très rares. L'invention de nombreux individus dans les terrains jurassiques de la Haute-Saône et du haut Jura a apporté de nouvelles données pour la solution du problème, et la présence des membres, outre sa nécessité pour la classification des genres, servira aussi à distinguer les espèces.

L'absence de pattes didactyles rapproche les *Glyphea* des *Palinurus* et des *Orphnea*; aussi Desmarest, MM. E. Deslongchamps, Quenstedt les ont-ils associés avec raison à ces derniers genres; la première réunion est aujourd'hui impossible. La profondeur des sillons de la carapace, la petitesse des antennes, le développement des membres antérieurs sont des caractères différentiels de valeur certaine; quant aux *Orphnea*, l'association a plus de raison d'être; cependant la carapace et les antennes sont telles qu'elle ne peut être admise au vu seul des figures et des descriptions des *Beiträge*. M. Quenstedt (*Handb.*, p. 269) attribue les diverses espèces signalées à des différences d'âge; il faut probablement ajouter à des différences de sexe: l'*O. longimanus* doit être un mâle d'une espèce dont les *O. stricta*, *pseudoscyllarus* seraient des individus

femelles. Dans tous les cas, le genre *Glyphea* étant antérieur, nos espèces doivent conserver ce nom.

Les noms employés par M. E. Deslongchamps dans les *Mémoires de la Société linnéenne de Normandie* (1842), pour les espèces de grès calcaires de l'Oxfordien supérieur de Sainte-Scolasse (Orne), ont dû être abandonnés et les espèces décrites reprendre les noms primitifs. M. Buvignier (*Stat.*, p. 229 et 230) a signalé aussi ces espèces dans l'Oxfordien de la Meuse.

1. Glyphea Regleyana, *Mey.*, pl. I, fig. 10, 11 et 12.

*Palinurus Regleyanus*, Desm., *Crust. foss.*, p. 132, pl. II, fig. 3. — *Glyphea vulgaris*, H. de Mey., *Jahrb.*, 1835, p. 328.—*Glyphea Regleyana*, H. de Mey., *Gatt. foss. Kreb.*, p. 10, pl. III, fig. 14-21 (non fig. 16). — *Palinurus longebrachiatus*, E. Desl., *Mém. crust. foss.; Soc. lin. Norm.*, VII, p. 53, pl. 4, fig. 6 et 7. — Pictet, *Paléon.*, p. 451, pl. XLII, fig. 14.

Mâle (pl. III, fig. 10 et 12).

H. de Mey., *Gatt. foss. Kreb.*, p. 10, pl. III, fig. 14, 20 et 21.— E. Desl., *Soc. lin. Norm.*, VII, p. 43, pl. IV, fig. 6.

Carapace subcylindrique à peu près deux fois plus longue que large, rostrée, comprimée latéralement, peu ornée, rebordée, portant une faible carène dorsale et découpée par deux sillons transverses; le premier fortement creusé, à double courbure, à peu près perpendiculaire à la carène dorsale, et situé un peu en deçà du milieu, à partir du rostre. Division antérieure étroite en avant et présentant inférieurement un profond sinus dont le bord est parallèle à la ligne dorsale, et en avant deux autres sinus plus faibles; sur la surface de chaque côté, quatre séries d'ornements longitudinaux : la première formée de points granuleux, faibles et sporadiques; la deuxième de granules assez forts en ligne droite, un peu irrégulière; ceux de la troisième analogues à ceux de la première, mais moins dispersés; enfin ceux de la quatrième postée sur une petite carène très droite. Partie postérieure de cette division creusée d'un sillon qui coupe perpendiculairement le grand sillon transversal et a la forme d'un Y. Régions hépatiques antérieures et stomacales sont distinctes. Grand sillon postérieur dessinant la division moyenne moins profond que le précédent, très oblique en arrière, descendant près du bord abdominal où il se termine en joints obtus; sillons secondaires découpant la sur-

face de cette division moyenne, sans que toutefois la surface cesse d'être continue ; le premier irrégulier, faible, près du bord branchial et parallèle à celui-ci ; le deuxième un peu plus loin en forme de Y ; enfin un troisième à peu près parallèle au sillon principal et envoyant deux branches, l'une courte, communiquant avec le sillon et l'autre se dirigeant vers la carène dorsale ; régions cordiale et génitale très distinctes par le fait de ces sillons ; granules très rares et à peine marqués supérieurement, plus forts et plus nombreux latéralement. Division postérieure fortement échancrée vers la suture abdominale, et présentant un large rebord ; surface couverte de points enfoncés assez rares et régulièrement distribués ; régions branchiales ayant un grand développement relatif.

Membres non terminés par des pinces didactyles, inégaux : l'antérieur très développé, formé de six articles assez peu mobiles ; le premier très court et peu visible, le deuxième triangulaire, court, le troisième très long, comprimé à son origine, cylindrique supérieurement ; le quatrième assez long, cylindrique aussi ; le cinquième constitué comme le quatrième, mais plus long, un peu comprimé à son extrémité, avec une pointe obtuse, et en avant et en haut l'articulation du doigt qui est coudé à angle droit, long, grêle, prismatique ; rapports des parties : 1, 7, 3, 5 ; tubercules aigus sur toute la surface, assez serrés, à peu près égaux et régulièrement disposés. Membres postérieurs constitués sur le même type, décroissant peu sensiblement à partir du premier ; articles cylindroïdes, doigt long, droit, aigu ; le sixième article peu mobile sur le quatrième ; rapports des parties, 0, 5 ; 5 ; 2 ; 2, 5 ; 2.

Abdomen formé de sept segments assez larges, ailes peu étendues dont le pourtour intérieur est garni d'une seule série de petites cavités où s'implantaient des poils très forts, la partie centrale impressionnée et entourée d'un faible sillon parallèle au bord ; le premier segment étroit, le deuxième le plus large, les autres décroissant jusqu'au sixième qui est triangulaire ; le septième très peu développé et caché en partie sous le précédent. Les lames de la nageoire subégales, larges, les externes surtout ; celles-ci articulées au quart postérieur, un sillon longitudinal marqué vers le milieu de chacune.

Pattes-mâchoires, à articles comprimés, dépassant de beaucoup l'extrémité du rostre, disposés à peu près comme ceux de la locomotion, seulement le doigt étant remplacé par deux articles dont le dernier est obtus.

Antennes peu développées, pas très inégales, à peine plus longues que les membres antérieurs et constituées par de petits anneaux cylindriques un peu plus longs que larges. Base des antennes prenant beaucoup d'extension et logée dans le grand sinus de la carapace, ce qui permet de lui supposer une grande mobilité; lame protectrice externe, allongée, formée de trois articles aplatis, les inférieurs larges, le dernier conique, Près du rostre une autre pièce paraissant formée d'un seul article, plus élargie à son extrémité, et destinée ou à porter les yeux ou à protéger les antennes internes.

Dernier anneau du thorax paraissant mobile; dans tous les cas, plus éloigné des autres anneaux que ceux-ci ne le sont entre eux.

*Dimensions.* — Membre antérieur : long., 85 millim.; diam., 7 à 8 millim.

Membres postérieurs : long., 40 à 45 millim.; diam., 2 à 3 millim.

Carapace : long., 45 millim. (rostre compris); diam., 18 mill.

Abdomen : long., 55 millim.; larg. développée, 22 millim.

Femelle (Pl. III, fig. 11 et 12).

H. de Mey., *Gatt. foss. Kreb.*, p. 10, pl. 3, fig. 14, 15, 17, 18 (pars) et 19.

Carapace un peu moins grande que celle du mâle et paraissant complétement identique avec celle-ci.

Membres terminés par un crochet, fortement comprimés et plus courts que ceux du mâle, l'extrémité du troisième article dépassant à peine le rostre; quatrième article court et triangulaire, uni au précédent par une articulation étroite et très mobile; articulation avec le cinquième, large et peu mobile. Celui-ci comprimé fortement avec une carène aiguë inférieurement, et portant deux grandes épines près de l'extrémité. Doigt très mobile, coudé, long et prismatique, avec des épines sur les arêtes. Membres postérieurs disposés comme ceux des mâles, mais plus comprimés. Des tubercules sur toute la surface, plus petits et plus espacés que ceux des mâles.

Abdomen ne différant de celui qui a été décrit plus haut que par une longueur et une largeur un peu plus grandes; expansions latérales plutôt arrondies qu'anguleuses.

Pince protectrice des antennes formée aussi de quatre articles; les derniers plus courts et moins aigus.

Les autres caractères identiques.

*Dimensions.* — Membres antérieurs : long., 60 millim.
Membres postérieurs : long., 50 millim.
Carapace : long., 45 millim., rostre compris.
Abdomen : long., 58 millim.; larg. développée, 28 millim.

Oxfordien : chailles de Calmoutiers, Charriez, Rosez, Mailley, Frétigney, Ferrières-les-Scey, Maizières. — Communs. Prédominance pour les mâles à Charriez, et pour les femelles à Rosez.

Collections et musées francs-comtois et suisses, 20 à 25 individus ; notre collection, 25 individus dont 6 à peu près complets.

*Les figures de H.* de Meyer représentent nos individus avec une exactitude rigoureuse ; il faut toutefois en excepter la partie antérieure de la carapace, et la figure 18 de la planche 3 qui n'est que la représentation d'une réunion factice de membres divers; les figures 24 et 25 n'appartiennent pas à cette espèce. On ne peut attribuer qu'au dessin les différences que présentent les figures données par M. E. Deslongchamps qui a décrit un individu mâle.

2. Glyphea Munsteri, *Mey.*, Pl. V, fig. 1 et 2.

*Palinurus Munsteri*, Voltz, *Jahrb.*, 1835, p. 62. — *Glyphea speciosa*, H. de Mey., *Jahrb.*, 1835, p. 328. — *Glyphea Munsteri*, H. de Mey., *Gatt. foss. Kreb.*, p. 12, pl. 3, fig. 23. — *Glyphea speciosa*, Mey., Roem., *Ool. Geb. Supp.*, p. 51, pl. XX, fig. 32.

Cette espèce et la suivante étant voisines de la *Glyphea Regleyana*, il suffira de donner les caractères différentiels avec celle-ci.

La taille est sensiblement moins grande, plus ramassée, plus ornée, présentant à peu près la même disposition de la carapace, mais les sillons sont plus larges et plus profonds ; le sillon en Y de la division antérieure est remplacé par un sillon parallèle au sillon principal, et le sinus du sillon postérieur est beaucoup plus obtus ; la carène dorsale porte des épines dirigées en avant.

La différence la plus frappante entre ces deux espèces consiste en de gros tubercules saillants, épineux, qui recouvrent toute la surface, disposés même en lignes droites, irrégulières, sur les régions branchiales. Celles-ci sont moins étendues relativement à l'ensemble, et la division antérieure de la carapace moins allongée.

Les autres parties sont inconnues. Le débris du membre antérieur donné dans les *Neue Gattungen* semble indiquer un individu femelle.

Carapace : long., 27 millim.

Oxfordien. — Chailles de Charriez, Maizières (H. de Mey.).

Rare : 10 individus. — Musées de Besançon, de Soleure, notre collection.

M. H. de Meyer a rapporté avec doute à cette espèce l'*Astacus rostratus*, Phill., opinion qui a été combattue plus tard par M. M'Coy. En absence de toute description et en présence d'une figure mauvaise, il était impossible de se prononcer sur la réunion ; mais M. M'Coy ayant signalé des sillons différents et la partie postérieure plus grande, celle-ci doit former une espèce distincte.

La *Glyphea Munsteri* se retrouve dans l'oxfordien supérieur de Dettingen (Wurtemberg) et de Tonniesberg (Hanovre). L'individu provenant de cette dernière localité aurait une taille plus grande.

### 3. Glyphea rostrata, *M'Coy*, Pl. V, fig. 3 et 4.

*Astacus rostratus*, Phill., *Geol. of York.*, p. 131, pl. 4, fig. 20. — *Glyphea pustulosa* (pars), H. de Mey., *Gatt. foss. Kreb.*, p. 15, pl. 3, fig. 22. — *Glyphea rostrata*, M'Coy, *Ann. of nat. hist.*, IV, p. 335. — *Glyphea Bronnii*, Roem., *Ool. Geb. Supp.*, p. 51, pl. XX, fig. 33. — *Orphnea ornata*, Quenst., *Der Jura*, p. 521, pl. LXIX, fig. 12 et 13.

Cette espèce, pour la taille et pour la forme, est intermédiaire entre les deux précédentes ; elle est peut-être encore plus allongée que la première.

Division antérieure de la carapace plus grande relativement et atteignant même le milieu de celle-ci, la division moyenne se rapprochant plus encore de la suture abdominale. Différences très apparentes dans les ornements. Sur la division antérieure, une première série de tubercules assez forts, portés sur une saillie droite qui paraît dentée en scie, et qui se termine au milieu même de la division sur la carène dorsale. Très rapprochées de celle-ci, deux autres saillies droites, tranchantes, obliques à la ligne dorsale et sans tubercules, la dernière formant en avant, avec un repli parallèle au bord, une saillie détachée ; après celles-ci une rangée de tubercules à peu près en ligne droite ; enfin une cinquième ligne à carène un peu plus forte que les précédentes ; absence de tout sillon secondaire ou d'impression avant d'arriver au sillon principal. Parallèlement au sillon postérieur, un second sillon s'étendant dans toute la longueur, voisin de celui-ci, et laissant un espace vide assez large entre lui et la ligne dorsale ; à l'extrémité même du sinus, deux petites saillies proéminentes, arrondies, bien détachées des parties voisines. Division moyenne

et postérieure partout recouverte de granules assez forts, nombreux, subégaux et à peu près régulièrement distribués.

Membres antérieurs longs, grêles, un tiers plus grands que la carapace, constitués comme ceux de la *Glyphea Regleyana*, mais rendus prismatiques par les pointes aiguës qui ornent la surface, sont disposés en lignes droites sur de petites carènes ; huit rangées sur le pénultième article.

Les autres parties inconnues.

Long., 33 millim., rostre compris ; diam., 12 millim.

Oxfordien. — Chailles de Calmoutiers. — Très rare.

*Notre collection*, 4 individus dont 1 jeune ; collection Perron, 1 individu.

Cette espèce n'a pas encore été rencontrée dans les chailles ; elle est évidemment très voisine de la *Glyphea pustulosa*, et quoique les différences à signaler dans la carapace soient peu sensibles, il n'est pas probable qu'elles doivent être identifiées, si on les met en parallèle avec les autres espèces des mêmes terrains. Tant que les membres de l'une et de l'autre ne seront pas parfaitement connus, le mieux est de les regarder comme distinctes, en s'appuyant sur les caractères différentiels suivants : « division principale, antérieure, plus longue et plus développée ; addition constante dans cette partie d'une double carène formant un chevron sur la ligne dorsale ; confluence de deux saillies en une lame courte ; bordure très forte et relevée sur tout le pourtour de la carapace. » En conséquence, nous réservons le nom de *G. pustulosa* à celle de l'oolithe inférieure, et nous plaçons dans la *G. rostrata* celles de l'oxfordien. D'un autre côté, M. M'Coy, qui a pu comparer l'espèce de Phillips et un moule de la *G. Munsteri*, après avoir rejeté cette dernière association, ajoute : « La *G. rostrata* ressemble exactement à la *G. pustulosa* par le caractère de ses sillons branchiaux et des lobes qui s'y associent, tout en différant néanmoins de cette espèce par le sinus profond situé en face du sillon nucléal et aussi marqué que dans la *G. Munsteri*. » Nous n'admettons pas la forme de la bordure attribuée à la *G. pustulosa* qui paraît le résultat d'une observation incomplète. Ce sinus est un caractère générique qui se retrouve dans toutes les espèces, et qui est l'indice d'une forme particulière de la base de l'antenne. Quoique M. M'Coy n'ait pas signalé d'autres caractères différentiels, nous croyons l'espèce du Jura et celle d'Angleterre identiques, et nous appelons l'attention sur les caractères provisoires signalés plus haut.

Cette même espèce a été retrouvée dans l'oxfordien du Wur-

temberg par M. Quenstedt, qui lui a donné le nom de *Orphnea ornata*. Le genre *Orphnea* ne peut exister, puisque le genre *Glyphea* identique lui est antérieur; quant à l'espèce, il n'y a pas de doute sur son identité; elle offre bien surtout les caractères de la première partie de la carapace que nous avons indiqués comme distinctifs. L'abdomen présente quelques particularités qui ne se montrent pas dans les autres espèces du genre. La partie libre de l'aile est subcarrée; celle-ci est séparée du reste de l'anneau par un pli rectiligne; la pièce accessoire de l'antenne paraît simple. Nous avons eu trop tard connaissance du *Der Jura* pour pouvoir ajouter aux dessins ces parties qui n'ont pas encore été rencontrées dans les échantillons de la Haute-Saône.

4. GLYPHEA UDRESSIERI, *Mey.*, Pl. IV, fig. 4 et 5.

H. de Mey., *Gatt. foss. Kreb.*, p. 14, pl. 4, fig. 28. — *Glyphea Regleyana* (pars), *ibid.*, pl. 3, fig. 16. — *Palinurus squamifer*, E. Desl., *Soc. lin. Norm.*, p. 55, pl. 4, fig. 4 et 5.

La carapace de cette espèce, qui au premier aspect paraît différer beaucoup des précédentes, a cependant les découpures de sa surface disposées de la même manière. A peu près de la même taille que la *G. Regleyana*, elle est plus étroite en avant, plus élargie en arrière et aplatie sur la région dorsale.

Division antérieure marquée d'un sillon à peu près parallèle au sillon transverse principal, et communiquant avec d'autres sillons parallèles à la ligne dorsale; le premier, le deuxième et le quatrième profonds, le dernier surtout, ceux-ci envoyant de petites branches qui découpent les intervalles suivant des saillies plus ou moins arrondies et saillantes qui n'ont pas de ressemblance avec les tubercules ordinaires; la partie qui touche au bord couverte d'une double rangée de ces saillies non séparées par un sillon marqué; entre le sillon transversal principal et le secondaire des tubercules intermédiaires entre les précédents et les tubercules ordinaires. Division moyenne présentant les mêmes sillons que dans l'espèce précitée, et avec des bords découpés comme dans la division antérieure; les intervalles lisses. Régions branchiales très développées, nettement séparées des précédentes, couvertes de sillons ondulés, profonds, descendant obliquement de la ligne dorsale au bord de la carapace, et découpant la surface suivant des saillies aplaties, un peu inégales, en forme d'écailles qui se recouvrent mutuellement, qui diminuent sensiblement vers le

bord où elles deviennent tout à coup beaucoup plus petites ; dans les intervalles de rares tubercules ; échancrure profonde et forte bordure pour l'insertion de l'abdomen ; bordure très faible sur la partie branchiale et redevenant plus forte en avant.

Abdomen large et très développé, à segments creusés de deux forts sillons transverses ; l'antérieur large et carré. Expansions latérales assez étendues, arrondies, fortement impressionnées, découpées par deux sillons à peu près parallèles à l'axe ; le second communiquant avec le transversal postérieur, et remontant sur l'expansion en émettant de petites branches courtes, nombreuses, qui dessinent sur les bords des tubercules aplatis comme ceux de la carapace, effet plus marqué cependant sur le premier segment que sur les autres ; les quatre segments à peu près identiques, mais présentant dans la partie médiane et dorsale de trois à huit petites impressions transverses qui deviennent plus nombreuses et se disposent différemment à partir du premier ; sixième segment plus large que les précédents, avec une aile aiguë, lisse au milieu et sillonnée parallèlement au bord, septième segment très court et étroit, terminé en une pointe obtuse qui envoie deux épines rapprochées soutenant la lame médiane de la nageoire qui est creusée en sillon sur le bord avec des découpures, et porte sur sa surface quatre rangées de petits tubercules rayonnants. Lames latérales étroites et ornées ; les externes larges, avec une articulation oblique et courte à leur extrémité, creusées de sillons sur les bords et au centre avec de nombreux tubercules intermédiaires.

Membres inégaux ; l'antérieur à peu près aussi long que la carapace, formé d'articles comprimés latéralement ; le premier étroit ; le deuxième large et assez long ; le quatrième court et arrondi, présentant des articulations étroites avec ses voisins ; le cinquième comprimé aussi avec deux carènes sans tubercules, si ce n'est inférieurement et en avant où s'en trouvent deux spiniformes destinés à supporter le doigt qui est long, grêle, comprimé. Toute la surface du membre recouverte de granules fins, assez serrés, subégaux, de forme ordinaire. Les paires suivantes sensiblement inégales, disposées comme dans les autres Glyphées ; la première presque aussi longue que le membre antérieur.

Carapace : long., 40 millim. ; largeur, 25 millim.

Base des antennes très développée ; lames latérales triangulaires, avec une forte carène extérieure.

Abdomen : 65 millim. ; larg. développée, 28 millim.

Membres antérieurs : long., 45 millim., doigt non compris.

Membres postérieurs : 40 millim., doigt compris.

Oxfordien. — Chailles siliceuses, semi-pulvérulentes. — Calmoutiers. — Très rare.

Oxfordien. — Chailles calcaréo-siliceuses. — Franois (Haute-Saône). — Très rare.

Quatre individus. — Musée de Besançon. — Collections Revon, Étallon.

Notre unique espèce, possédant sa carapace, ses membres et les premiers segments de l'abdomen, vient de Calmoutiers; c'est probablement un individu femelle. Celle qui appartient à M. Revon fils a été trouvée dans les boules calcaréo-siliceuses des vignes de Franois et à la partie postérieure de la carapace, et l'abdomen complet d'une magnifique conservation. Le Musée de Besançon possède une portion de carapace, ainsi qu'un moule de l'individu qui appartenait au comte d'Udressier, et qui a servi de type à la description des *Neue Gattungen*. Cette même espèce se retrouve dans l'oxfordien de Sainte-Scolasse. L'individu dessiné par M. E. Deslongchamps doit être un mâle, à en juger par la longueur du troisième article.

## Genre Bolina.

*Bolina*, Münst., *Beiträge*, II, p. 33. — *Glyphea* (pars), *ibid.*, p. 15. — *Klytia*, H. de Mey., *Gatt. foss. Kreb.*, p. 19. — *Eryma* (pars), *ibid.*, *Allgemeineres.*—*Astacus*, Quenst., *Handb.*, p. 268. — *Eryma* (pars), *Clytia*, *Bolina*, Pictet, *Pal.*, II, p. 451 et 452.

Antennes de forme et de grandeur ordinaire, composées de petites pièces conico-cylindriques, emboîtées, la partie la plus large en haut, et protégées par une lame triangulaire très courte. Carapace rostrée et acuminée en avant, plus renflée au tiers postérieur, assez étroite à l'extrémité, comprimée latéralement, faiblement rebordée, à bord en ligne courbe uniforme, partagée en quatre régions par trois sillons transverses, obliques, larges et assez profonds. Le premier coudé en avant près du bord; les deux derniers rapprochés l'un de l'autre, confluents au milieu des flancs, bien séparés seulement vers le dos, mais ne touchant pas la carène dorsale; une bifurcation près du bord, limitant avec l'antérieur une partie renflée plus ou moins longue. Ligne dorsale portant une très faible carène, comme dans les *Glyphea*, effacée vers l'insertion de l'abdomen. Ornements simples, consistant en très petits tubercules, peu serrés; quelques pointes seulement en avant. Abdomen n'atteignant pas un très grand développement, composé

de sept segments présentant des expansions plus ou moins grandes, simplement renflées. Dernier segment plus grand que dans les Glyphées. Nageoire terminale large et forte ; les lames externes divisées par une charnière très oblique et voisine du bord.

Membres antérieurs bien développés, et donnant attache, vis-à-vis de l'extrémité du rostre, à une pince didactyle plus ou moins longue et forte, à doigts recourbés, variable même suivant les sexes ; les quatre paires suivantes très grêles, assez courtes, à pinces didactyles aussi, excepté la dernière et peut-être l'avant-dernière.

Les autres caractères inconnus.

*M. H. de* Meyer avait d'abord associé aux *Glyphea* les espèces de ce genre. Trompé par une caractéristique incomplète de ce dernier, M. de Münster y introduisit plusieurs crustacés des schistes lithographiques de Bavière dont plus tard M. H. de Meyer fit ses *Eryma*. En créant le genre *Klytia*, ce dernier auteur ne connaissait que des carapaces qui, provenant d'autres terrains et d'un état de conservation différent, ne lui avaient pas paru identiques avec celles des *Eryma*. Probablement la compression à laquelle sont toujours soumises ces dernières n'a pas permis d'en saisir tous les caractères ; maintenant que tous les membres nous sont bien connus, nous ne croyons pas que les *Eryma* soient différentes des *Clytia* ou *Klytia*, en laissant toutefois de côté celles dont la carapace est fortement tronquée en avant.

D'un autre côté, M. Quenstedt, en indiquant pour son *Astacus ornati* (*Handb.*, p. 269 ; *Jahreshefte*, VI, pl. 2, fig. 23-25) des pattes semblables à celles des *Bolina*, a rapporté de nouvelles données pour la solution du problème ; aussi, malgré les formes extraordinaires et assez diverses, au reste, des deux espèces placées dans ce genre (Münst., *Beitr. zur Petref.*, II, p. 23, pl. 9, fig. 13-14), n'avons-nous pas hésité à regarder tous les genres précités comme devant se réduire à un seul, le genre *Bolina* qui avait la priorité. M. de Münster indique, comme caractère différentiel avec les *Glyphea* (*Eryma*, Mey.), des pinces allongées et de gros yeux réniformes ; nous n'avons pu constater ce dernier caractère, mais le premier n'est pas douteux. Le peu de valeur des caractères qui séparent les *Bolina* des *Clytia* a déjà été indiqué par M. Pictet dans sa *Paléontologie* (II, p. 452) :

« L'examen des exemplaires de la Haute-Saône et du Jura indique une variation assez grande dans la forme de la pince, tandis qu'il est le plus souvent impossible de distinguer les carapaces. Dans chacun des étages, il y a une forme spéciale de membre qui est complétement limitée à cet étage et même can-

tonnée dans une seule localité; aussi croyons-nous que les passages indiqués doivent être rejetés jusqu'à description d'individus plus complets.

Toutes les espèces de ce genre paraissent concentrées dans les terrains jurassiques.

1. Bolina ventrosa. *Etall.*, pl. VI, fig. 1-6.

*Glyphea ventrosa*, H. de Mey., *Jahrb.*, 1835, p. 328, et 1836, p. 56. — *Klytia ventrosa*, H. de Mey., *Gatt. foss. Kreb.*, p. 20, pl. IV, fig. 29. — *Astacus ventrosus*, Quenst., *Handb. Petref.*, p. 268, pl. XX, fig. 13. — *Clytia ventrosa*, Thurm., *App. à Ab. Gagnebin*, p. 138, pl. II, fig. 30. — *Glyphea ventrosa*, Quenst., *Der Jura*, p. 599, pl. LXXIV, fig. 20.

Cette espèce comprend deux variétés entre lesquelles nous avons cherché vainement des différences bien caractérisées, ailleurs que dans la taille; il est vrai que ces deux variétés n'ont pas été trouvées complètes; la distance géographique qui les sépare n'est pas très grande, 10 à 12 kilom. La plus grande (var. *major*) a pour habitat Mailley et Rosez; c'est celle qui est connue depuis longtemps; l'autre (var. *minor*), toujours plus petite, est la seule que renferment les chailles de Charriez, et elle se retrouve encore à Rosez. Sont certains les membres de la première et l'abdomen de la seconde. Il peut donc encore rester des doutes sur la valeur exacte de ces deux variétés, et il y en aurait peut-être encore plus s'il fallait les distinguer comme espèces; peut-être aussi le hasard a-t-il été pour quelque chose pour la rencontre là d'adultes, ici de jeunes individus; ceux qu'on rencontre dans les marnes calcaires de l'oxfordien supérieur du haut Jura ne consistent qu'en débris de carapaces, et apportent par conséquent peu de faits pour provoquer une décision. Aussi, jusqu'à plus ample informé, croyons-nous qu'il faut les réunir sous un même nom.

Comme toutes les espèces possèdent au plus haut degré les caractères du genre, il ne sera donné que les caractères différentiels de chacune.

Variété *major*, mâle, pl. VI, fig. 1, 2, 3 et 5.

Carapace large, ventrue, portant en avant des sinus prononcés; rostre court et aigu; derniers sillons transversaux rapprochés, presque droits, assez obliques sur la ligne dorsale, et limitant avec l'antérieur la division moyenne qui a les bords presque pa-

rallèles; échancrure pour l'insertion de l'abdomen large; carène dorsale très fine et s'étendant jusqu'à l'extrémité de la carapace. Surface recouverte d'une granulation fine, assez serrée, subégale, un peu plus forte vers les bords, et sur la division principale antérieure, quelques-uns même spiniformes vers la base de l'antenne et une épine à la naissance du rostre.

Membres allongés; la première paire bien développée, composée d'articles robustes et un peu comprimés, les doigts très longs et recourbés en dedans ou coudés un peu au-dessus du tiers inférieur et terminés en crochets à l'extrémité; sur la ligne médiane interne une série de gros tubercules mousses simulant un engrenage avec celle du doigt mobile, et à l'extérieur une granulation fine d'autant plus serrée qu'on approche de l'extrémité; cinquième article assez épais, occupant en longueur un peu plus du tiers de la pince, couvert de granulations assez rares, plus fortes vers la partie inférieure; quatrième article court, triangulaire, échancré en dedans; troisième article large, aplati, long, à bords bien arrondis, recouvert d'une granulation fine peu saillante. Abdomen et autres parties inconnus.

Carapace : long., 40 à 42 millim.; larg., 16 à 18 millim.; épaiss., 21 millim.

Pince : long., 50 à 60 millim.; larg., 10 à 12 millim.

Variété *major*, femelle, pl. VI, fig. 1, 4 et 5.

Carapace identique avec celle du mâle.

Membres allongés, comprimés; pinces moins fortes que celles du mâle, plus larges, plus aplaties, plus grêles, les doigts surtout, dont les tubercules internes sont moins développés et le doigt mobile recourbé en dehors et non coudé en dedans; pas de crochets terminaux; partie principale du quatrième article moins longue.

Antennes commençant au tiers inférieur du cinquième article et composées d'abord d'anneaux très serrés, cylindriques, puis plus allongés, conico-cylindriques, s'emboîtant mutuellement, un peu évasés en haut, subpolygonaux par suite de quelques pointes qui se développent latéralement; enfin cylindroïdes tout à fait à l'extrémité; longueur 65 à 70 millim.

Abdomen inconnu.

Pince : long., 50 millim.; larg., 11 millim.; épaiss., 6 millim.

Oxfordien. — Chailles de Mailley et de Rosez. — Assez commun.

Oxfordien. — Marnes calcaires de Saint-Claude, Viry (Jura). — Assez rare.

12 à 15 individus. — Notre collection. — Musée de Besançon.

Variété *minor*, pl. VI, fig. 6.

Carapace identique avec la précédente, mais un peu plus petite ; membres inconnus, du moins ne pouvant y être rapportés d'une manière certaine. Abdomen composé d'anneaux subégaux et subsemblables; le sillon dorsal inférieur de jonction le plus fort; ailes terminées en pointe obtuse; une saillie arrondie au milieu de l'aile, sans sinus, entourée d'un large canal peu profond, rejoignant en-dessus le sillon dorsal et couverte de 7 à 8 petits tubercules un peu plus forts que ceux de la carapace ; le dernier segment court, étroit ; lame de la nageoire large, portant au milieu une saillie droite carénée; l'antenne ayant une charnière très oblique à la carène et détachant seulement une petite portion de la lame.

Carapace : long., 30 millim.; larg., 23 à 24 millim.

Abdomen : long., 45 millim.

Oxfordien. — Chailles de Charriez. — Assez rare.

Oxfordien. — Chailles de Rosez. — Rare.

5 individus. — Notre collection.

Cette espèce, abstraction faite des variétés, est la seule *Bolina* qui paraît se trouver dans l'oxfordien de la Haute-Saône et du haut Jura. On cite encore les *Clytia Mandelslohi*, Mey., et *Astacus ornati*, Quenst. Il nous est impossible de vérifier les affinités de ces deux espèces qui ne nous sont pas connues complètes et que nous n'avons jamais rencontrées ; la première paraît assez abondante dans l'oxfordien des environs de Porrentruy où probablement elle aura été à tort confondue avec la *Bolina ventrosa*, dont les pattes et les pinces sont beaucoup plus longues (Thurm., *Ab. Gagnebin*, p. 138). La réunion faite aux *Clytia* (*Bolina*) par ces deux auteurs, des espèces figurées dans leurs ouvrages, serait au moins douteuse si la certitude de la description ne venait pas en aide à l'indécision du dessin ; tous deux paraissent avoir eu ou le moule ou la figure de l'espèce type de M. H. de Meyer.

2. Bolina Girodi, *Etall.*, pl. VI, fig. 7 et 8.

*Clytia Girodi*, Etall., *Géol. Haut-Jura*, 1857, p. 19.

Grande espèce allongée, assez ventrue, portant en avant deux

sinus faiblement prononcés et un long rostre couvert en-dessus de deux sillons un peu obliques à l'axe et s'avançant très peu sur la carapace. Division principale inégalement convexe, avec quelques saillies irrégulières et à peine proéminentes, découpée vers le bas par un sillon secondaire court, large, communiquant avec le sillon transversal principal; un autre sillon à double courbure, profond, étroit, faisant communiquer celui-ci avec le second sillon transversal et déterminant deux mamelons élevés, bien circonscrits. *Sillon* postérieur double, le premier très large et donnant naissance vers son milieu à l'autre sillon qui aussi est large et peu profond; tous deux très obliques à la ligne dorsale, n'y aboutissant pas et limitant la division moyenne qui a la forme d'un triangle et non d'une bande à bords parallèles. Insertion de l'abdomen étroite; sillon correspondant large et peu profond; granulation de la surface disposée comme dans les autres espèces.

Abdomen formé de segments inégaux; le premier très étroit, sans sillon transverse bien sensible, portant latéralement deux petites ailes, à la racine desquelles se trouve un mamelon oblique; le deuxième beaucoup plus large, échancré en bas, avec un sillon transversal bien marqué seulement en haut, et sur l'aile large terminée en pointe obtuse une grosse saillie entourée d'un canal étendu, très peu creusé, communiquant avec le canal et isolée par une dépression du test. Les segments suivants disposés à peu près de la même manière, mais plus étroits et ayant leurs expansions latérales allongées, terminées en crochet; les derniers segments inconnus.

Membres antérieurs bien développés, robustes, pince forte, courte, assez épaisse, couverte d'une grosse granulation subégale et présentant au doigt mobile l'insertion un peu au-dessous du milieu de sa longueur, de grosses saillies d'engrenage entre les doigts; quatrième article inconnu; troisième article très comprimé avec une granulation fine, assez serrée; deuxième article long et triangulaire.

Carapace : long., 60 millim.; larg., 27 à 28 millim.; épaiss., 25 millim.

Pince : long., 35 à 40 millim.; larg., 15 millim.

Bathonien. — Marnes supérieures (Cornbrash). — Pontet (Saint-Claude) et Chaumont. — Assez rare.

Il serait au premier aspect facile de confondre cette espèce avec le *Bolina ventrosa*, si l'on ne connaissait que les carapaces; celle-ci est plus allongée, le rostre plus grand, la division antérieure moins large relativement et découpée obtusément par des sillons

à peine creusés ; les membres latéraux sont plus prononcés, la division moyenne plus oblique et plus rejetée en arrière. Les différences principales se trouvent dans les pattes et l'abdomen ; les premières sont plus fortes, plus larges, et bien moins longues que celles de l'espèce précitée ; son abdomen formé d'articles inégaux, étroits sur la ligne dorsale, en aile aiguë latéralement, sont des causes de séparation non moins puissantes ; en dernier lieu la différence de taille a quelque valeur.

M. Quenstedt indique dans le *Braun* δ, de Balingen et de Heiningen (calcaires marneux à *Belemnites giganteus*, tout le *great-oolite* des Anglais, *Handb.*, p. 11), la *Glyphea Bedelta*, *Der Jura*, p. 391, pl. LIII, fig. 5 et 6 ; les deux tronçons de carapace signalés, qui paraissent au reste appartenir à deux espèces distinctes, sont tellement incomplets qu'il n'est pas possible de dire si c'est bien réellement notre espèce. Ni l'une ni l'autre n'offrent la dépression médiane de la partie antérieure de la carapace (qui dans les planches à l'appui de cette *Description* n'a pas été donnée par le lithographe d'une manière suffisante). L'espèce du haut Jura a son *habitat* dans le conbrash, tandis que celle d'Allemagne se trouverait dans des marnes qui forment le vésulien de la chaîne (*Géol. haut Jura*, p. 15).

### 3. Bolina Thirriæ, *Etall.*, pl. V, fig. 5.

Petite espèce allongée, très rostrée, portant des sillons transversaux obliques ; des deux postérieurs le dernier à peine marqué, échancrure pour l'insertion de l'abdomen assez large et peu profonde.

Membres antérieurs bien développés ; pinces fortes, épaisses, peu larges, subcylindriques, un peu comprimées d'un côté ; doigts cylindro-coniques tout à fait droits, portant en dedans de faibles saillies d'engrenage et en dehors des granulations serrées, surtout aux extrémités ; quatrième article court, fortement échancré en dedans, troisième article bien comprimé contre le thorax ; granulation distribuée sensiblement comme dans les autres espèces.

Abdomen inconnu.

Carapace : long., 42 millim. ; larg., 13 millim. ; épaiss., 12 à 15 millim.

Membre antérieur : long., 60 millim.

Pince : long., 30 millim. ; larg., 5 à 6 millim. ; épaiss., 4 à 5 millim.

Kimmérigdien supérieur. — Port du Poirier (Gray). — Très rare.

La *Bolina Thirriæ* a dans la forme de ses pinces une particularité qui ne permet pas de la confondre avec les espèces connues; aucune de celles-ci ne possède des pinces aussi étroites et des doigts privés de toute courbure. Nous l'avons trouvée dans les calcaires blancs du virgulien supérieur de Gray, à une faible distance au-dessous de la dernière couche à *Ostrea virgula*.

### ESPÈCES ET GENRES DOUTEUX.

Il nous reste encore à décrire quatre espèces qui ne nous sont connues que par des débris de pattes ou des pinces, et dont par conséquent les affinités génériques sont douteuses et incertaines; parmi toutes les espèces décrites et appartenant aux terrains jurassiques, aucune ne nous a paru identique avec celles-ci, même comme genres; cependant il serait téméraire, en faisant leur description, de vouloir leur imposer des noms qui ne pourraient qu'induire en erreur ou nécessiter plus tard des associations non prévues; aussi, en les donnant, avons-nous voulu seulement poser quelques jalons pour l'histoire future des Crustacés dans le haut et le bas Jura, les faire compter comme fossiles ordinaires dans les descriptions et les comparaisons de terrains, puisque tous en renferment, et que toutes les listes publiées en signalent. Le vieux mot *Gammarolithes* nous paraît pouvoir être employé ici, en n'y attachant toutefois aucune valeur, et cela dans le but de faciliter le langage; peut-être ailleurs trouvera-t-on quelques débris qui compléteront ceux-ci et apporteront certains faits que l'absence de toute description aurait laissé perdre.

#### 1. *Portunus? jurensis*, Étall., Pl. V, fig. 6.

Nous ne connaissons cette espèce que par les deux derniers articles d'un des membres postérieurs : le premier est assez court, arrondi; le deuxième se présente sous la forme d'une lame très comprimée qui s'est détachée facilement de sa gangue, et qui par conséquent ne laisse aucun doute sur la valeur des usages auxquels elle était employée. Aucune espèce de membre ainsi constitué n'a encore été signalée dans les terrains jurassiques et antérieurs, soit que l'espèce appartienne aux Brachyures et se place dans les Cyclométapes près des Portunes, ou dans les Oxystomes près des Philyres..... soit que dans les Macroures ses pattes rem-

plissent les mêmes fonctions que celles des Callianasses de la famille des Thalassiniens. Dans tous les cas, cette espèce n'en est pas moins curieuse par sa position stratigraphique, tous les genres précités n'étant pas inférieurs aux terrains crétacés. Le nom employé ne doit toutefois impliquer en rien ses affinités génériques.

Un seul individu provenant des chailles de Calmoutiers. — Notre collection.

2. *Gammarolithes corallinus*, Étall., Pl. V, fig. 8 et 9.

Pince forte, courte, convexe des deux côtés. Le doigt immobile assez court, triangulaire, présentant à l'intérieur un canal creusé en gouttière par une expansion latérale, et portant au fond de ce canal une série de gros tubercules s'engrenant avec ceux du doigt mobile. Granulations rares sur la partie inférieure ; très fines et très serrées sur le doigt, surtout à l'extrémité.

Long., 30 millim.; larg., 20 millim.; épaiss., 8 millim.

Corallien inférieur. — Champlitte. — Rare. — Notre collection.

3. *Gammarolithes virgulinus*, Étall.

Pince comprimée, plus élargie, subcarrée latéralement, à doigts assez courts, triangulaires ; la partie interne plane, portant plusieurs séries de petits tubercules. Ornementation extérieure remarquable : dans la partie inférieure, des rides saillantes, serrées, en réseau grossier ; sur les points de confluence, des rides ordinairement de petits tubercules, puis vers la partie supérieure une granulation instantanée, extrêmement fine et serrée, du milieu de laquelle sortent çà et là quelques tubercules plus gros, disposition qui se remarque également sur les parties latérales.

Long., 25 à 30 millim.; larg., 15 millim.; épaiss., 5 millim.

Kimméridgien. — Sous-étage virgulien. — Arc-les-Gray. — Très rare. — Collection Perron.

4. *Gammarolithes portlandicus*, Étall., Pl. V, fig. 10 et 11.

Pince comprimée, fortement recourbée en dedans, à faces subparallèles, les flancs arrondis ; la partie inférieure, large beaucoup plus que vers l'insertion du doigt mobile. Toute la surface couverte d'une granulation fine, serrée, un peu forte vers les bords.

Long., 25 millim.; larg., 15 millim.; épaiss., 5 millim.

Portlandien moyen. — Gray-la-Ville. — Très rare. — Collection Perron.

Enfin il est une autre espèce sur laquelle nous avons moins de données encore ; elle appartient au lias moyen, et se montre très rare, il est vrai, dans les boules lenticulaires des marnes de cet étage. Elle se trouve au centre dont il est difficile de la dégager ; c'est probablement la *Glyphea grandis*. Nous ne la connaissons que par quelques mots de description ; elle vient des schistes découverts dans les tranchées du chemin de fer sur les frontières de la Haute-Marne et de la Haute-Saône.

Les terrains jurassiques de la Haute-Saône et du haut Jura renferment donc jusqu'à présent 16 espèces qui, en défalquant de celles-ci les espèces à genre douteux, donnent 11 espèces appartenant à 4 genres et se distribuent ainsi : 3 *Pithonoton*, 1 *Eryon*, 4 *Glyphea* et 3 *Bolina*, tous genres essentiellement jurassiques, analogues à certains genres modernes auxquels plusieurs auteurs les associent, mais dont les séparent des détails nombreux : les *Glyphea* sont les Langoustes des mers jurassiques, cependant de plus petite taille que celles-ci ; les *Bolina* remplacent les Homards de nos côtes et les Écrevisses de nos rivières ; les *Pithonoton* sont peut-être les représentants des Pagures, et les *Eryon* établissent le passage des Anomoures aux Macroures ; les Salicoques n'existent pas dans le Jura, et les schistes lithographiques qui en renferment tant d'espèces donnent comme probable leur destruction dans les dépôts grossiers où elles auraient été enfouies. Bien certainement le nombre 15 indiqué plus haut est au-dessous de la vérité ; car les espèces de cette classe, si nombreuses qu'on les suppose, ont été plus que d'autres, par suite du peu d'épaisseur de leur test, de sa fragilité, des matières animales qui s'en détachent difficilement, soumises aux causes qui devaient empêcher leur conservation ; néanmoins, il faudra encore attendre longtemps avant que de nouvelles découvertes viennent compléter les premières investigations.

Les crustacés cités dans ce mémoire habitent tous les étages, le bajocien et le callovien exceptés. L'unique espèce du bathonien appartient aux couches supérieures du cornbrash. Dans l'oxfordien, que nous avons subdivisé en spongitien et argovien, le premier sous-étage renferme un genre avec deux espèces toutes deux très petites ; mais c'est surtout l'argovien supérieur qui renferme les espèces les plus nombreuses. Du corallien, nous connaissons deux espèces : une pince des couches inférieures, et des supérieures une carapace et des pinces d'une autre espèce également petite et très rapprochée de celles du spongitien ; le kimméridgien de la Haute-Saône offre une espèce à laquelle il ne manque que l'ab-

domen, et qui n'a laissé qu'une pince comme trace de son existence; enfin les couches portlandiennes sont caractérisées par une autre pince que sa forme rend remarquable.

Si maintenant on compare la Haute-Saône et le haut Jura sous le rapport de la distribution des genres et des espèces, on n'en trouve qu'une seule, la *Bolina ventrosa*, qui soit commune aux deux régions, et encore la réunion n'est pas à l'abri de tout doute. Le genre qui la renferme est non-seulement par le fait, mais encore par les autres espèces se trouve à la fois dans l'une et dans l'autre; on peut donc dire que le genre *Pithonoton* caractérise le haut Jura, tandis que les genres *Eryon* et *Glyphea* particulariseraient la Haute-Saône. Les hauteurs auxquelles ces diverses espèces apparaissent ne sont pas les mêmes non plus, à l'exception toutefois de l'espèce précitée qui est située dans des couches identiques.

Certaines des espèces précitées ont des limites géographiques beaucoup plus étendues que celles de la Franche-Comté. Ainsi, les *Glyphea Regleyana*, *G. Munsteri*, *Bolina ventrosa*, se retrouvent également dans la Meuse, l'Yonne, et s'accompagnent ainsi à des distances très grandes. La dernière va encore plus loin; car elle existe dans toutes les parties du Jura et en Allemagne où elle paraît atteindre une plus grande taille. Dans cette dernière contrée, la *Glyphea Udressieri* monterait un peu plus haut et se retrouverait dans le corallien à Darmburg. La *G. Munsteri* est plus rare. Jusqu'à présent, à moins qu'elle n'ait été confondue avec une des précédentes, on ne l'a pas signalée en France ailleurs que dans les chailles de la Haute-Saône; elle est plus commune dans l'oxfordien du Wurtemberg et du Hanovre. La *G. rostrata*, oxfordienne dans la Haute-Saône, est corallienne en Angleterre, et probablement à Darmburg et à Wandhausen où elle serait indiquée sous le nom de *G. pustulosa*. Aucune des autres *Bolina* qu'il est si facile de confondre entre elles n'a encore été rencontrée dans les terrains où sont signalées les *B. Girodi* et *Thirriæ*. Nous pouvons supposer que pour la première sa station est dans le haut Jura, et pour la deuxième dans la Haute-Saône. Une grande lacune existait dans le genre *Eryon* qui, depuis le lias où il a laissé quelques empreintes ou des débris, ne se montrait plus que dans les schistes lithographiques de la Bavière. Les *Pithonoton*, tout en se trouvant dans les mêmes terrains, ne sont pas identiques avec les espèces d'Allemagne: l'étage le plus élevé où ils se trouvent est le corallien; dans tous les cas, ils ne sont pas nombreux en individus.

Nous pouvons donc conclure des faits exposés dans ce mémoire

que les crustacés ont la même valeur géologique que les autres fossiles; seulement, toute opinion exprimée doit avoir ses preuves aussi complètes que possible pour éviter toute erreur d'association. Vers l'époque du dépôt de l'oxfordien, ces crustacés ont eu une grande extension géographique, ou bien ils ont pu faire des migrations; avant et après cette époque, ce ne sont plus que des espèces locales qui n'en servent pas moins comme faune spéciale à caractériser un terrain. Une autre conclusion à laquelle nous sommes déjà arrivé par d'autres conclusions ailleurs, c'est que la Haute-Saône et le haut Jura sont peut-être plus différents que d'autres pays plus éloignés, et que ce dernier a les analogies les plus frappantes avec les terrains d'Allemagne; la faune des chailles est essentiellement oxfordienne.

Nous nous abstenons de mentionner les rapports zoologiques, nos travaux sur la chaîne du Jura ayant pour but de préciser les rapports des animaux avec les couches qui les renferment; non pas toutefois que nous voulions sacrifier les uns aux autres, car ils ne peuvent avoir de valeur qu'autant qu'ils se prêtent un mutuel secours. Enfin nous n'avons pas craint d'admettre plusieurs subdivisions dans les étages; car rien ne laisse plus de doute dans les nomenclatures de fossiles que ces termes vagues qui embrassent quelquefois plusieurs étages, et dans tous les cas un grand nombre de couches où le problème de l'association successive des êtres est bien autrement compliqué que ne le laisse prévoir l'association des assises.

*Explication des planches.*

Pl. Fig.

III. 1. *Pithonoton Meyeri*, Étall., vu de face, grossi. — Corallien (dicératien). — Valfin.
2. Id., vu de côté.
3. Pince attribuée au même.
4. *Pithonoton gibbosum*, Étall., vu de côté, grossi. — Oxfordien (spongitien). — Saint-Claude.
5. *Id.*, vu de face.
6. *Id.*, grandeur naturelle.
7. *Pithonoton quadratum*, Étall., vu de face.
8. Id., vu de côté.
9. Pince attribuée au même.
10. *Glyphea Regleyana*, Mey., mâle. — Oxfordien (chailles). — Haute-Saône.
11. Id., femelle.
12. Id., vue de face.

IV. 1. *Eryon Perroni*, Étall., en dessous. — Oxfordien (chailles). — Calmoutiers.

Pl. Fig.

2. Id., de face.
3. Id., de côté.
4. *Glyphea Udressieri*, Mey., femelle (de face). — Oxfordien (chailles). — Franois.
5. Id., de côté. — Oxfordien (chailles). — Calmoutiers.

V. 1. *Glyphea Münsteri*, Mey., de côté. — Oxfordien (chailles). — Charriez.
2. Id., de face.
3. *Glyphea rostrata*, M'Coy, de face. — Oxfordien (chailles). — Calmoutiers.
4. Id. (mâle), de côté.
5. *Bolina Thirriæ*, Étall., de côté. — Kimméridgien (virgulien). — Gray.
6. *Portunus? jurensis*, Étall. — Oxfordien (chailles). — Calmoutiers.
7. *Lithogaster luxoviensis*, Étall., de côté. — Grès bigarré. — Luxeuil.
8. *Gammarolithes corallinus*, Étall. — Corallien inférieur. — Champlitte.
9. Id., de côté.
10. *Gammarolithes portlandicus*, Étall. — Portlandien moyen. — Gray.
11. Id., de côté.

VI. 1. *Bolina ventrosa*, Étall., de côté. — Oxfordien (chailles). — Haute-Saône, Jura.
2. Pince du mâle.
3. Id., de côté.
4. Pince de la femelle.
5. Antennes de la femelle.
6. Variété *minor*. — Oxfordien (chailles). — Charriez.
7. *Bolina Girodi*, Étall., de côté. — Bathonien (cornbrash). — Saint-Claude.
8. Id., de face.
9. Pince de la même.

M. Hébert ne peut que donner des éloges aux recherches zoologiques de M. Étallon; mais s'il les considère au point de vue géologique, il regrette que cet habile observateur ait introduit sans nécessité les noms de *dicératien*, *spongitien*, etc. Il lui semble qu'il eût été préférable d'employer les expressions de couches à dicérates, couches à spongiaires.

M. le vicomte d'Archiac dit qu'on ne saurait trop s'élever contre ces créations perpétuelles de noms inutiles. Cette tendance de chaque géologue à adopter des désignations nouvelles peut compromettre l'intérêt de la science. Il semble qu'il y ait

un défi jeté, un prix proposé à celui qui créera le plus de noms. Pour le moindre travail géologique, on a vu des auteurs introduire des désignations tirées des localités de leurs provinces, pour rejeter des noms consacrés par l'usage.

Plusieurs membres de la Société s'associent aux paroles de M. d'Archiac; ils croient que c'est un devoir de protester contre tous ces noms de couches et d'étages dont le *Bulletin de la Société géologique* se voit envahi depuis trois ou quatre années, et qui tendent à changer en jargon barbare le langage simple qui convient à la science.

---

## *Séance du 3 janvier* 1859.

PRÉSIDENCE DE M. VIQUESNEL.

M. Albert Gaudry, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Depierres, avocat, conservateur du Musée, à Lure (Haute-Saône), présenté par MM. Étallon et Perron;

Drevon, banquier, à Gray (Haute-Saône), présenté par MM. Étallon et Perron;

Jeblinski (Jules), garde-mines principal, 2, rue Sainte-Catherine-d'Enfer, à Paris, présenté par MM. Élie de Beaumont et Viquesnel;

Martelet, ingénieur au Corps impérial des mines, à Mont-de-Marsan (Landes), présenté par MM. Levallois et de Sénarmont;

Pourcb (l'abbé), directeur du grand séminaire, à Pamiers (Ariége), présenté par MM. le vicomte d'Archiac et Viquesnel;

Salvignac, professeur de mathématiques au Lycée Louis-le-Grand, à Paris, rue d'Enfer, 11, présenté par MM. Lartet et Hébert.

M. le Président annonce ensuite quatre présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. J.-J. Clément-Mullet, *Sur des raisins envahis par une cuscute* (extr. du *Journ. de la Soc. imp. et centr. d'horticulture*, IV, n° de nov. 1858, p. 733 à 737), in-8, 8 p.

De la part de M. le docteur W. Henry Fitton, *Articles published in the Edinburgh Review*, 1817-1849, in-8.

De la part de M. J. Fournet :

1° *Lavage des minerais oxydés et terreux provenant des affleurements du filon du Kef-Oum-Theboul, près de la Calle, province de Constantine* (*Algérie*) (extr. du *Bull. de la Soc. de l'industrie minérale*, in-8, 69 p., 1 pl. Saint-Étienne, 20 octobre 1857).

2° *Notice sur les matériaux destinés au pavage de la ville de Lyon* (extr. des *Ann. des conducteurs des ponts et chaussées*, n°s de janv. à mars 1858), in-8, 36 p., 1 pl.

3° *De l'endomorphisme du spilite d'Aspres-les-Corps* (*Isère*). *Aperçu sur petit métier très utile* (extr. des *Procès-verbaux de la Soc. d'agric. et hist. nat. de Lyon, séances des 4 et 5 janvier* 1858), in-8, 10 p.

De la part de M. A. Lagrèze-Fossat, *Mémoire sur un moyen d'amender les terres et de prévenir les inondations* (extr. du *Recueil des travaux de la Soc. d'agric., sc. et arts d'Agen*, t. IX, 1re partie), in-8, 11 p.

De la part de M. le major général Portlock, *Address delivered at the anniversary meeting of the geological Society of London, on the* 19th *of february* 1858, in-8, 153 p. London, 1858 ; chez Taylor and Francis.

De la part de M. C. Scorby, *On the microscopical structure of crystals, indicating the origin of minerals and rocks* (from the *Quart. Journ. of the geol. Soc. for nov.* 1858), in-8, 48 p., 4 pl.

*Comptes rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences*, 1858, 2e semestre, t. XLVII, n°s 25 et 26.

*L'Institut*, n°s 1303 et 1304, 1858.

*The Athenæum*, n° 1626, 1858.

*Jarkbuch der K. K. geologischen Reichanstalt*, nos 1 et 2, janvier à juin 1858.

*Revista minera*, t. IX, n° 206, 15 décembre 1858.

*Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales*, t. VIII, n° 9, décembre 1858.

*Verhandelengen van het Bataviaasch genootschap van Kunsten wetenschappen*, t. XVI, in-4. Batavia, 1854-1857.

*Tijdschrift voor Indische Taal Land en Volkenkunde*, in-8, nouv. série, t. III, livrais. 1 à 6, 1856, 1857.

M. le Trésorier présente l'état de la caisse au 31 décembre 1858 :

| | | |
|---|---|---|
| Il y avait en caisse au 31 décembre 1857. . | 2,147 fr. | 25 c. |
| La recette, depuis le 1er janvier 1858, a été de. . . . . | 19,940 | 84 |
| Total. . . | 22,088 | 09 |
| La dépense, depuis le 1er janvier 1858, a été de. . . . . | 21,295 | 80 |
| Il restait en caisse au 31 décembre 1858. . . | 792 fr. | 29 c. |

Le Président annonce que M. Albert Gaudry se charge de rédiger une note nécrologique sur le commandant Rozet.

M. Angelot donne communication de l'extrait suivant d'une lettre qui lui a été adressée, le 26 décembre 1858, par M. le maire de Clarac (Haute-Garonne) :

Dans la nuit du 8 au 9 décembre courant, vers minuit, on a entendu dans cette localité un bruit semblable à celui du tonnerre, mais sourd et éloigné, et à sept heures ou sept heures et demie du matin une forte détonation s'est fait entendre; une clarté pâle a été remarquée dans l'atmosphère avec un nuage cendreux ambulant, qui a été aperçu dans l'espace; une rupture s'est pratiquée dans ce nuage blanchâtre, et en même temps cette ouverture a laissé voir facilement une grande flamme d'où il s'est détaché avec un roulement épouvantable un corps noir, suivi de plusieurs *flambeaux* (*sic*) dans une étendue assez considérable, et à quelque distance de la terre qu'on n'a pu me déterminer. Ce

corps noir, isolé, est tombé, non perpendiculairement ni horizontalement, mais obliquement du nord au sud.

Nous voilà donc possesseur de ce corps étranger tombé sur une cabane dont le bois qui assujettissait la paille de la toiture, ayant la force à peu près des montants d'une chaise, a été brisé par la force du projectile tombé à terre, ayant un degré de chaleur indéterminé, mais supportable au contact de la main.

L'ayant levé on y a remarqué plusieurs fragments de paille qui s'y étaient collés. Sa couleur est noire, couverte d'une couleur vernissée, de la forme d'un triangle mal ébauché, aplati et plus ou moins raboteux. Son poids, d'après les informations prises, était de 1 kilog. 200 grammes, puisque la moitié, qui est encore entre les mains de la veuve Capiran, pèse 600 grammes, duquel morceau M. Sæmann lui en a offert 10 fr. l'once, ce qui fait que cet aérolithe est devenu d'une rareté étonnante.

Les nominations des diverses Commissions pour l'année 1859 faites par le Conseil sont adoptées par la Société.

Ces Commissions sont composées de la manière suivante :

1° *Commission de comptabilité, chargée de vérifier la gestion du Trésorier :* MM. le baron DE BRIMONT, VIQUESNEL, CLÉMENT-MULLET.

2° *Commission des archives, chargée de vérifier la gestion de l'Archiviste :* MM. le marquis DE ROYS, WALFERDIN, DE LA ROQUETTE.

3° *Commission du Bulletin :* MM. le vicomte D'ARCHIAC, MICHELOT, DE VERNEUIL.

4° *Commission des Mémoires :* MM. DESHAYES, Charles SAINTE-CLAIRE DEVILLE, DAMOUR.

On procède ensuite à l'élection du Président pour l'année 1859.

M. HÉBERT, ayant obtenu 76 voix sur 99, est élu Président pour l'année 1859.

La Société nomme ensuite successivement :

*Vice-Présidents :* MM. LEVALLOIS, LARTET, Sc. GRAS, DE BILLY.

*Membres du Conseil :* MM. VIQUESNEL, DE VERNEUIL, le

vicomte D'ARCHIAC, Charles SAINTE-CLAIRE DEVILLE, MICHELIN, MICHELOT.

Il résulte de ces nominations, que le Bureau et le Conseil se trouvent composés de la manière suivante pour l'année 1859 :

*Président.*

M. HÉBERT.

*Vice-Présidents.*

M. LEVALLOIS,
M. LARTET,
M. Scipion GRAS,
M. DE BILLY.

*Secrétaires.*

M. LAUGEL,
M. CLÉMENT-MULLET.

*Vice-Secrétaires.*

M. Albert GAUDRY,
M. Ch. LAURENT.

*Trésorier.*

M. MEUGY.

*Archiviste.*

M. Ed. COLLOMB.

*Membres du Conseil.*

M. DESHAYES,
M. J. BARRANDE,
M. DAMOUR,
M. DELESSE.
M. BAYLE,
M. WALFERDIN.
M. VIQUESNEL,
M. DE VERNEUIL,
M. le vicomte D'ARCHIAC,
M. Ch. SAINTE-CLAIRE DEVILLE,
M. MICHELIN,
M. MICHELOT.

---

## *Séance du 17 janvier 1859.*

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. A. Laugel, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

MEYNIER (Gustave), quai d'Anjou, 13; présenté par MM. Hugard et Hébert.

RAYMOND (Hippolyte), rue Saint-Louis, au Marais, 104; présenté par MM. Hugard et Hébert.

SCHLUMBERGER (Charles), ingénieur de la marine, à Nancy (Meurthe); présenté par MM. Buvignier et Ed. Collomb.

---

M. MELLEVILLE, ancien membre, à Laon (Aisne), est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, décembre 1858.

De la part de M. Th. Ébray :

1° *Études géologiques sur le département de la Nièvre*, 1er et 2e fascicules, in-8. Paris, 1858; chez J.-B. Baillière et fils, et Lacroix et Baudry.

2° *Études paléontologiques sur le département de la Nièvre*, 1re livraison, in-8. Paris, 1858; chez les mêmes libraires.

*Comptes rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences*, 1859, 1er sem., t. XLVIII, nos 1 et 2.

*Annuaire de la Société météorologique de France*, t. VI, 1858, 2e partie. — *Bulletin des séances*, f. 7-12.

*Société imp. et centr. d'agriculture*. — *Bulletin des séances*, 2e série, t. XIII, n° 7, 1858.

*Réforme agricole*, par M. Nérée Boubée, n° 120, 11e année, décembre 1858.

*L'Institut*, nos 1305 et 1306, 1859.

*L'Ingénieur*, nouv. série, t. II. — Table, 1858.

*Journal d'agriculture de la Côte-d'Or*, nos 6 et 7, juin et juillet 1858.

*The Athenæum*, 1628 et 1629, 1859.

*Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt*, etc., von Dr A. Petermann, XI, 1858.

*Revista minera*, t. X, n° 297, janvier 1859.

*Bulletin de la Société imp. des naturalistes de Moscou*, année 1858, n° 11.

M. Hébert remercie la Société pour l'honneur qu'elle lui a fait en l'élevant à la présidence, honneur dont il s'efforcera de se rendre digne en suivant les exemples de son prédécesseur qui, depuis de longues années, a fait des intérêts de la Société ses plus constantes préoccupations. Il espère que d'ici à peu de mois le *Bulletin*, dont la marche s'est beaucoup accélérée dans ces derniers temps, sera publié avec toute la régularité et la promptitude que la circulaire du 5 avril dernier est destinée à lui imprimer. Le nouveau président aura surtout à veiller à l'exécution des mesures arrêtées ; mais il croit devoir faire un nouvel appel au concours de tous ceux de ses confrères qui prendront part aux travaux de la Société, pour que, par l'exactitude de la remise de leurs manuscrits et aussi par l'observation des prescriptions de la circulaire, ils facilitent autant que possible la tâche des secrétaires. Cette tâche est pesante, toute de dévouement ; on doit chercher à la rendre moins lourde, et à soutenir le zèle par la reconnaissance due aux services rendus.

En terminant, M. le Président dit qu'il se croit l'interprète de la Société en adressant en son nom à M. Viquesnel de sincères remercîments pour le dévouement dont il n'a cessé de faire preuve pendant toute la durée de ses fonctions.

M. Meugy, en offrant à la Société des échantillons envoyés par M. Lambert, fait remarquer un morceau de silex calcarifère, contenant des fossiles du genre *Teredo*. Cet échantillon appartient à la partie supérieure de l'étage nervien de Dumont, ou, pour parler autrement, à la zone des silex *cornus* qui sépare dans le nord de la France les marnes crayeuses de la craie blanche proprement dite.

M. Michelin s'élève contre le nom d'étage *nervien ;* il voudrait qu'on n'employât que des noms géologiques usités en France.

M. Triger, à ce sujet, conteste l'exactitude de la classification de Dumont, et dit qu'après examen il n'a point trouvé, aux environs d'Aix-la-Chapelle, certains étages que le géologue belge y a marqués.

M. d'Omalius d'Halloy fait remarquer que Dumont n'a point indiqué de terrain nervien à Aix-la-Chapelle; il défend l'exactitude des systèmes de Dumont au point de vue de la classification minéralogique, tout en regrettant que ce géologue si distingué n'ait jamais voulu tenir compte que des caractères minéralogiques, sans s'aider des découvertes paléontologiques.

M. Triger reconnaît que la carte géologique de Dumont est d'une grande exactitude, mais regrette que le parallélisme établi entre ses étages et les divisions classiques de l'étage crétacé soit tout à fait erroné.

M. Meugy signale à la Société une grande carrière exploitée par la compagnie de l'Est à Ozouar-le-Voulgis (Seine-et-Marne), sur le chemin de fer de Mulhouse, et où il a vérifié un fait d'une certaine importance dont il a été question dans son mémoire sur la formation du terrain à meulières. Cette carrière n'a pas moins de 5 à 6 hectares d'étendue; elle a la forme d'une grande tranchée ouverte dans un terrain dont la surface va en s'élevant du chemin de fer au village, et dont la profondeur maximum est de 7 à 8 mètres.

La meulière poreuse, bien caractérisée avec ses argiles, qui affleure près de la gare, se soude au calcaire siliceux (*caillasse* des ouvriers), qui est recouvert par les sables de Fontainebleau à la base desquels existe une couche glaiseuse. Ces sables sont eux-mêmes recouverts par un manteau limoneux d'épaisseur variable avec grès. La meulière se trouve partout en dehors du dépôt sableux, et l'on n'en remarque plus trace dans toute la tranchée où le calcaire siliceux qui lui fait suite est resté parfaitement intact. Cette circonstance avait même un tel degré de généralité qu'elle avait frappé le conducteur des travaux. Il était important, dit M. Meugy, d'appeler l'attention sur ce fait qui peut rarement être observé sur une aussi grande échelle, et qui fournit une nouvelle preuve à l'appui de la théorie qu'il a exposée.

M. le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray, contenant de nouveaux renseignements sur la constitution géologique du Sancerrois.

*Nouveaux renseignements sur la constitution géologique de la colline de Sancerre*, par M. Ébray.

La colline de Sancerre a été l'objet de nombreuses descriptions ; la faille, qui se décèle avec une grande netteté à l'ouest de cette ville, engagera certainement les observateurs à visiter cette contrée ; il importe donc de donner une coupe aussi exacte que possible de ce monticule intéressant.

Je reproduirai sommairement les renseignements fournis par MM. d'Archiac et Raulin, afin de faire voir la marche progressive, mais lente, de la science d'observation.

D'après le premier de ces géologues (1), la partie la plus supérieure de la colline se composerait de poudingues et de sables appartenant à l'époque tertiaire; au-dessous se développerait la craie micacée et les marnes glauconieuses, puis des glaises et des sables verts viendraient former le groupe du grès vert; enfin cette série de couches, y compris le néocomien, viendrait reposer sur une dépression oolithique.

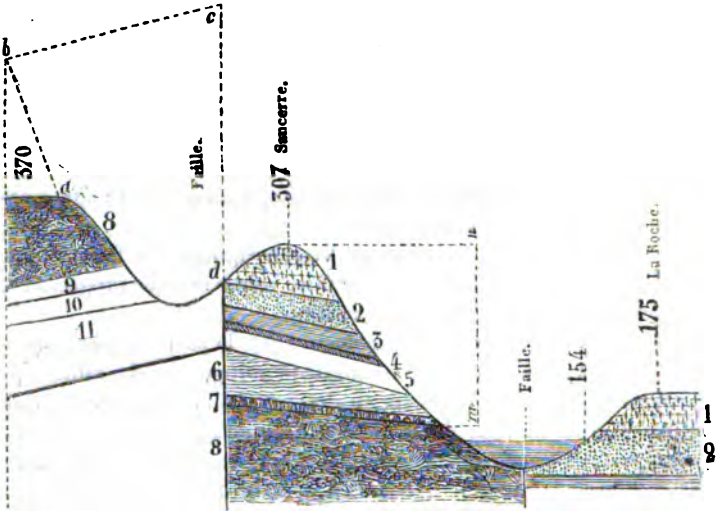
M. d'Archiac ne fait pas mention de la faille importante qui fait apparaître à l'ouest l'étage corallien et l'étage kimmérigdien.

M. Raulin (2) décrit avec exactitude une partie de la faille de Sancerre ; les silex du point culminant sont rapportés par lui au calcaire d'eau douce et aux sables à silex ; la craie tuffeau (étage cénomanien) représenterait la craie inférieure et la craie moyenne; le système argileux et ferrugineux serait l'équivalent du *green-sand* et du néocomien; cette série de couches reposerait à l'est naturellement sur les terrains jurassiques; à l'ouest, au contraire, elle viendrait buter contre l'oolithe supérieure et l'oolithe moyenne, par suite de la faille de Sancerre. Le croquis que j'ai l'honneur de présenter à la Société géologique donne la disposition de toutes les couches dont se composent le monticule et ses abords :

---

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. II, 1re partie (1846).

(2) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. II, 2e partie (1847).




*a b* = 150m,00 = *m n* développé.
*c d* = 230m,00

1. Silex de la craie blanche.
2. Craie tuffeau, étage cénomanien.
3. Argiles glauconieuses.
4. Graviers (traces).
5. Sables ferrugineux.
6. Argiles micacées.
7. Néocomien.
8. Portlandien et kimméridgien.
9. Calcaire à Astartes.
10. Calcaire supérieur à Nérinées.
11. Calcaire supérieur à Dicérates.

La partie la plus dense de la montagne de Sancerre représente une masse de silex de petite et de moyenne grosseur (0,03 à 0,40)(1) presque toujours enveloppés d'une croûte calcaire ou argilo-calcaire, blanche et rappelant la craie marneuse. L'apparence de ces couches fait croire d'abord à un véritable diluvium; mais, en examinant attentivement la disposition des matériaux dans diverses localités (2), on ne tarde pas à reconnaître des traces de stratification confuse; les matériaux présentent très souvent des arêtes vives et ne dénotent pas un long transport; enfin, en se dirigeant de Sancerre, des Braults et de Saint-Andelain vers le sud, les dépôts

(1) Il existe cependant à la partie tout à fait supérieure quelques blocs de 3 à 4 mètres cubes.

(2) La Roche, Les Braults, Saint-Andelain.

siliceux proviennent des étages jurassiques et les silex puissants analogues à ceux de Sancerre disparaissent subitement. Ces diverses raisons semblent indiquer que ces matériaux n'ont pas été charriés, qu'ils sont plus ou moins en place, quoique visiblement altérés par l'action des eaux, qui, comme nous le verrons tout à l'heure, ont produit des dénudations considérables.

Si nous cherchons d'un autre côté, par les fossiles, à quel étage appartiennent ces silex, nous trouverons dans les carrières de Sancerre de nombreux *Ananchytes ovata* (variété *gibba* surtout), des *Micraster cor-anguinum* qui nous indiquent que l'on a affaire à la craie et non pas au calcaire d'eau douce que l'on retrouve plus bas, dans la vallée, en bancs sensiblement horizontaux.

On conçoit bien facilement quel intérêt présente la détermination des brèches de Sancerre, puisque ce dépôt paraît former aux environs de cette ville le dernier système affecté par la dislocation sancerroise, qui traverse le département du Cher presque en entier (1) et qui se relie à un vaste et important réseau de failles encore imparfaitement connu, et dont les effets sur la constitution géologique du centre de la France sont des plus considérables.

Au-dessous de ces silex, qui acquièrent près de 30 mètres d'épaisseur, se développe la craie tuffeau avec les fossiles de l'étage cénomanien (ces fossiles sont l'*Ammonites Mantelli*, *navicularis*, *Epiaster crassissimus*, etc.); au-dessous de ces couches se remarquent des argiles glauconieuses, puis des traces de sables ferrugineux qui déjà à 500 mètres vers le nord augmentent considérablement de puissance; des argiles noires micacées se décèlent ensuite par une série de sources qui enveloppent toute la partie est du monticule et qui décrivent une courbe qui, partant des sommités d'une colline voisine (l'Orme au Loup), s'incline vers le nord sous une pente de plus de 0,01 par mètre. L'ensemble de ces deux dernières couches constitue l'étage albien; les graviers supérieurs sont méconnaissables par suite de l'action diluvienne (2).

La présence de l'étage néocomien avec ses nombreux fossiles démontre bientôt le voisinage de l'oolithe supérieure qui affleure en effet à environ 40 mètres au-dessus de l'étiage de la Loire.

Tout le système crétacé, dont la puissance normale dans les en-

---

(1) *Carte géologique du département du Cher*, par MM. Bertera et Boulanger.

(2) Silex, 30 mètres; cénomanien, 35 mètres; argiles glauconieuses, 10 mètres; graviers, 1 mètre; sables ferrugineux, 40 mètres; argiles micacées, 30 mètres; néocomien, 5 mètres.

virons de Sancerre ne peut pas être évalué à moins de 150 mètres, se trouve réduit sur le flanc du coteau de Sancerre à environ 90 mètres par suite de l'action latérale des eaux diluviennes.

L'oolithe supérieure se poursuit jusqu'à la Loire; mais après avoir traversé le pont suspendu, une marnière vient de nouveau indiquer la présence de la craie tuffeau, qui au lieu de se présenter à la cote 300, comme à la montagne de Sancerre, affleure ici à la cote 154, circonstance qui prouve que cette différence de niveau dans des couches aussi rapprochées doit provenir d'une nouvelle faille ou au moins d'un redressement considérable des couches vers l'est, redressement qui peut d'ailleurs naturellement résulter de l'action mutuelle des deux lèvres de la faille principale. En construisant, d'après le moyen que j'ai eu l'honneur de faire connaître dans ma note du 8 novembre, la dénudation *minima* à Sancerre, c'est-à-dire en portant sur *ab* l'épaisseur réelle du système crétacé et en menant une parallèle à l'inclinaison des couches jusqu'à la faille prolongée, on obtient pour le chiffre de la dénudation minima 230 mètres, chiffre qui prouve que les couches crétacées s'étendaient plus loin vers le sud. Si enfin je résume les principales observations que j'ai eu l'occasion de faire aux environs de Sancerre, je trouve :

1° Les brèches de Sancerre ne peuvent pas être rapportées au calcaire d'eau douce, et il n'est pas possible de s'appuyer sur ce dépôt pour constater l'âge de la dislocation de Sancerre, comme étant postérieure à ce calcaire d'eau douce.

2° Les coupes des collines exposées à l'action des eaux diluviennes (1) présentent toujours des couches amaigries et incomplètes, dont les strates offrent des inclinaisons momentanées résultant de la destruction des massifs argileux ou sablonneux sous-jacents.

3° Le Sancerrois, comme tout le département du Cher et celui de la Nièvre, a été soumis à des dénudations colossales qui peuvent être estimées avec certitude à un chiffre minimum de 200 à 500 mètres.

4° Par suite de ces dénudations, les affleurements que l'on

---

(1) Comme exemple frappant de l'effet de ces dénudations latérales, je puis citer le sondage qui se fait actuellement au Tremblay, près de Pougues, et qui donne déjà, pour l'épaisseur de la terre à foulon, 110 mètres, tandis que les affleurements des coteaux voisins n'accusent que 30 à 40 mètres.

rencontre à Sancerre devaient se prolonger plus loin vers le sud et le sud-est.

5° L'effet de ces dénudations a été de laisser des témoins de plus de 400 mètres d'altitude, comme la masse d'Humbligny, témoins qui ont été confondus avec des soulèvements indépendants de l'action des failles.

La ligne anticlinale de ce prétendu soulèvement serait dirigée E. 26° N. O. 26° S., tandis que la faille se dirigerait du N. au S.

Pour confirmer une des assertions de M. Ébray, M. le Président fait remarquer qu'il a trouvé de son côté des fossiles crétacés dans les silex qui recouvrent la montagne de Sancerre.

M. d'Archiac fait une remarque relative au procès-verbal de la séance du 5 avril 1858. M. Vézian a donné lecture dans cette séance d'un mémoire sur le terrain crétacé du Midi. M. d'Archiac avait repoussé les conclusions de M. Vézian, et regrette de ne pas avoir vu son opinion mentionnée au procès-verbal.

M. le Secrétaire, et après lui divers membres de la Société, expriment le désir que chaque membre veuille bien remettre une note toutes les fois qu'il a exprimé une opinion ou cité une observation dont il est utile que le procès-verbal contienne la mention.

M. Delesse donne lecture des trois notes suivantes :

*Variations dans les roches se divisant en prismes ;*
par M. Delesse.

Lorsque l'on considère une même roche, il est rare qu'elle soit absolument uniforme; les actions moléculaires peuvent en effet modifier sa structure cristalline, sa densité et sa composition chimique. On s'explique donc facilement pourquoi des variations s'observent si souvent dans certaines roches, telles que les diorites et les granites. Dans quelques granites, il s'est même formé de gros sphéroïdes à zones concentriques dont la structure est beaucoup plus cristalline au centre que vers les bords.

D'après cela, il était naturel de rechercher si, quand une roche se divise en sphéroïdes ou bien en prismes, elle ne présente pas encore des variations lors même qu'il n'y en a aucune qui soient apparentes.

Afin de résoudre cette question, j'ai examiné diverses roches se divisant en prismes d'une manière bien nette, et j'ai opéré notamment sur le trachyte, le phonolithe, le trapp, le basalte. Un échantillon était pris au centre du prisme et un autre près des bords. Pour chacun de ces échantillons, je déterminais la densité ainsi que la proportion d'eau. J'avais soin d'ailleurs d'enlever la croûte extérieure, lorsqu'un changement de couleur indiquait qu'elle avait éprouvé une altération atmosphérique.

Voici quels sont les résultats obtenus :

| Numéros. | DÉSIGNATION DE LA ROCHE SE DIVISANT EN PRISMES. | EAU. | | DENSITÉ. | | Variation de densité. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Centre. | Bords. | Centre. | Bords. | |
| 1 | Trachyte d'Islande. . . . . | 0,65 | 1,00 | 2,494 | 2,478 | 0,64 |
| 2 | Trachyte de l'île Ponce. . . | 0.90 | 1,00 | 2,469 | 2,439 | 1,21 |
| 3 | Phonolithe de l'île Lamlash. | 1,25 | 1,60 | 2,541 | 2.509 | 1,26 |
| 4 | Trapp d'Antrim. . . . . | 1,35 | 1,35 | 2,911 | 2,857 | 1,85 |
| 5 | Basalte. . . . . | 1,30 | 1,50 | 2,930 | 2,933 | —0,10 |
| 6 | Basalte. . . . . | 0,48 | 1,20 | 3,030 | 3,030 | 0,00 |
| 7 | Basalte. . . . . | 1,80 | 1,90 | 2,924 | 2,916 | 0,27 |
| 8 | Basalte. . . . . | 0,85 | 1,15 | 3,053 | 3,030 | 0,75 |
| 9 | Basalte. . . . . | 0,70 | 1,00 | 3,044 | 3,008 | 1,18 |

Les variations que présente une roche se divisant en prismes sont légères assurément ; mais elles sont cependant très sensibles et presque toujours dans le même sens.

D'abord l'eau est en proportion un peu moindre vers le centre que près des bords. Bien que la différence soit faible, elle peut dépasser quelques millièmes.

Comme, autant que possible, les parties décomposées ont été enlevées, je suis porté à croire que, s'il y a plus d'eau vers les bords, cela tient moins à une altération atmosphérique qu'à une sorte de départ qui s'est opéré entre les substances composant le prisme.

Ce départ a eu lieu au moment où le prisme s'est formé, ou bien lorsque son intérieur était encore plastique, ses parois étant déjà solidifiées.

Comparons maintenant les densités : si l'on prend la différence entre la densité du centre et celle des bords, en divisant cette différence par la densité du centre, on aura la variation de densité. Cette variation est généralement positive ; par conséquent, la densité est plus grande au centre du prisme que vers les bords.

Dans les roches qui ont été examinées, l'augmentation de densité ne dépasse d'ailleurs pas 2 pour 100.

Il est certain que l'altération atmosphérique pourrait contribuer à ce résultat, car le basalte décomposé et brunâtre est moins dense que le basalte noirâtre qu'il recouvre immédiatement; mais, comme je l'ai déjà fait observer, les parties altérées de la surface ont toujours été enlevées dans mes expériences.

L'exception à laquelle donne lieu l'un des basaltes examinés ne détruit d'ailleurs pas la généralité de la loi; car ce basalte (n° 5) empâte des fragments de granite, et par conséquent il devait être peu homogène.

Je pense donc que, lorsqu'une roche se divise en sphéroïdes ou bien en prismes, sa densité est généralement plus grande vers le centre. Cette particularité doit être en partie attribuée à ce que la structure cristalline y est plus développée, ce qui a déterminé une contraction. Quelquefois même pour certaines roches, et notamment pour le basalte, il est possible de le constater directement.

Ainsi, les prismes de basalte ne sont assurément pas des cristaux, comme le croyaient les anciens minéralogistes; cependant il faut reconnaître que les retraits auxquels sont dus les prismes peuvent résulter non-seulement d'un refroidissement ou d'une dessiccation, mais encore de la cristallisation et des actions moléculaires.

## *Sur la minette;* par M. Delesse (1).

La minette est une roche bien connue des mineurs et des géologues; elle est surtout très fréquente dans les Vosges. Le mica y est toujours abondant et il dissimule en quelque sorte sa véritable composition; mais je suis parvenu à la déterminer en étudiant sur le terrain toutes les variétés de cette roche.

Elle est formée d'orthose et de mica ferro-magnésien : ces minéraux sont disséminés dans une pâte feldspathique qui, le plus souvent, contient aussi de l'hornblende.

L'orthose est généralement en petites lamelles peu visibles et il peut même disparaître complétement. Cependant il se montre quelquefois en cristaux, et alors la minette passe au porphyre.

Le mica est le minéral le plus caractéristique et le plus constant de la minette : il est brun noirâtre et plus rarement verdâtre;

(1) Voir pour plus de détails *Annales des mines*, 5e sér., t. X, p. 317.

il a deux axes de double réfraction très rapprochés ; il s'attaque complétement par les acides.

Sa composition est la suivante :

| | | Oxygène. | |
|---|---|---|---|
| Silice | 41,20 | | 21,404 |
| Alumine | 12,37 | 5,778 | 8,132 |
| Sesquioxyde de manganèse | 1,67 | 0,505 | |
| Sesquioxyde de fer | 6,03 | 1,849 | |
| Protoxyde de fer | 3,48 | 0,792 | 10,410 |
| Chaux | 1,63 | 0,458 | |
| Magnésie | 19,03 | 7,366 | |
| Potasse | 7,94 | 1,346 | |
| Soude | 1,28 | 0,327 | |
| Lithine | 0,22 | 0,121 | |
| Fluor | 1,06 | » | |
| Eau | 2,90 | 2,558 | |
| Somme | 98,84 | | |

Le mica ferro-magnésien de la minette a pour bases principales les oxydes de fer et de magnésie. Il renferme cependant de l'alumine et des alcalis : indépendamment de la potasse, on y trouve de la soude et même un peu de lithine. Il est en outre assez riche en fluor.

Si l'on admet, comme on l'a déja fait pour d'autres minéraux, qu'une petite partie de la silice remplace de l'alumine ou des oxydes à trois atomes d'oxygène, ce mica se laissera représenter par la formule simple :

$$3RO, SiO^3 + R^2O^3, SiO^3.$$

Il aurait donc la même formule que les micas à base de fer et de magnésie, qui est aussi celle du grenat.

Le mica ferro-magnésien appartient d'ailleurs à l'espèce qui comprend le mica du Vésuve, et à laquelle M. Dana a conservé le nom de biotite (1) ; c'est également une variété de mica magnésien de M. Rammelsberg (2).

Quand on le compare à d'autres micas qui constituent les roches, on voit qu'il a en quelque sorte pour limites le mica magnésien (phlogopite) du calcaire saccharoïde et le mica ferreux de la protogine (3). Dans le premier de ces micas, la base dominante est

(1) Dana, *A system of Mineralogy*, fourth edit., II, p. 225.
(2) Rammelsberg, *Handwörterbuch, etc. Magnesiaglimmer.*
(3) *Bulletin de la Société géologique de France* [2], 2e série, IX, 121. — *Annales de chimie et de physique* [3], XXV.

en effet la magnésie; dans le deuxième, c'est au contraire l'oxyde de fer.

Les différences dans les propriétés de ces micas paraissent tenir surtout à ces différences dans leurs bases dominantes.

Les oxydes de fer et de magnésie y varient en sens inverse l'un de l'autre; en sorte que ces micas, riches en fer ou en magnésie, semblent former une série continue comprenant tous les micas ferro-magnésiens, et dans laquelle les termes extrêmes seraient d'une part le mica magnésien et d'autre part le mica ferreux.

L'hornblende de la minette est vert grisâtre ou vert foncé. Elle paraît être généralement à un état d'altération avancée. Son éclat est gras et elle est assez tendre pour se laisser rayer par l'ongle. Elle peut contenir plus de 10 pour 100 d'eau.

Les minéraux accessoires de la minette sont le quartz, le feldspath du sixième système, la chlorite, les carbonates et le fer oxydulé.

Accidentellement on y trouve du fer oligiste.

Bien que le quartz accompagne presque constamment l'orthose, il est toujours très rare dans la minette, et le plus souvent même il manque complétement; c'est un des caractères distinctifs de cette roche.

La pâte feldspathique a une composition qui se rapproche plus ou moins de celle de l'orthose. Quant à la minette elle-même, bien qu'elle soit riche en mica, c'est une roche essentiellement feldspathique.

Comme le porphyre, elle est à base d'orthose et la potasse est son alcali dominant.

Elle renferme toutefois plus de magnésie et plus d'oxyde de fer que le porphyre. Sa teneur en silice est aussi plus faible et elle varie de 65 à 50 pour 100; elle descend donc jusqu'à la limite inférieure de la teneur en silice pour les roches à base d'orthose.

Les minéraux enclavés dans la minette sont la chaux carbonatée, le quartz, la chlorite, qui s'y trouvent également disséminés. Il y a aussi de l'halloysite et de l'épidote, quelquefois des minerais de fer et divers minéraux des filons.

Accidentellement on y rencontre encore un minéral fort rare, c'est la krokidolithe (Blaueisenstein de Klaproth).

J'ai trouvé pour sa composition :

| | | Oxygène. | | Rapports. |
|---|---|---|---|---|
| Silice | 53,02 | | 27,549 | 9 |
| Alumine | traces | | | |
| Protoxyde de fer | 25,62 | 5,829 | | |
| Protoxyde de manganèse | 0,50 | 0,112 | | |
| Chaux | 1,10 | 0,309 | 11,696 | 4 |
| Magnésie | 10,14 | 3,924 | | |
| Soude | 5,69 | 1,456 | | |
| Potasse | 0,39 | 0,066 | | |
| Eau | 2,52 | | | |
| Chlore | 0,41 | | | |
| Acide phosphorique | 0,17 | | | |
| Somme | 99,56 | | | |

Si l'on compare la composition de la krokidolithe des Vosges avec celle du Cap, on voit qu'elle en diffère en ce qu'elle contient moins d'eau, moins de soude et surtout moins de fer. Ces bases y sont remplacées par une proportion correspondante de magnésie.

En admettant que tout le fer se trouve à l'état de protoxyde, le calcul des proportions d'oxygène de la silice et des bases à un atome conduit à la formule de l'amphibole :

$$4RO, 3SiO^3.$$

La krokidolithe est donc une variété d'amphibole et on doit la considérer comme une asbeste de couleur bleue.

— La minette est le plus généralement à grain fin et on distingue seulement ses paillettes de mica. Cependant elle devient porphyroïde quand l'orthose a pu cristalliser ; elle prend une structure variolée quand il s'est réuni en globules.

Elle est quelquefois celluleuse ou amygdaloïde.

La structure de séparation la rend schistoïde, ou bien encore la divise soit en parallélipipèdes, soit en sphéroïdes.

La minette est d'ailleurs une roche éruptive bien caractérisée.

Elle se présente en filons, et c'est seulement par exception qu'elle paraît stratifiée.

La puissance de ses filons est généralement faible et au plus de quelques mètres. Leur pendage est considérable.

Dans les Vosges, la minette s'observe surtout dans le granite et dans la syénite ; ses caractères varient avec la puissance de ses filons et aussi avec la nature de la roche encaissante. Elle passe souvent au porphyre.

Elle traverse la série des terrains stratifiés jusqu'au terrain dévo

rien dans lequel elle pénètre, mais on ne la connaît pas dans le terrain houiller proprement dit.

Le métamorphisme produit par la minette dans les roches encaissantes est limité à une petite distance du point de contact.

Il arrive même fréquemment que ces roches n'ont pas éprouvé d'altération sensible.

Le calcaire au contact est souvent devenu cristallin, mais il n'a pas été changé en dolomie.

Les caractères minéralogiques et géologiques de la minette montrent que c'est une variété de porphyre à base d'orthose, dans lequel le mica est devenu très abondant, tandis que le quartz a presque disparu. On peut donc la nommer aussi porphyre micacé ou eurite micacée.

Elle a une grande ressemblance avec la kersantite; mais cette dernière est formée par un feldspath du sixième système, associé, comme dans la minette, à du mica ferro-magnésien. Malgré plusieurs propriétés communes, les deux roches sont bien distinctes, puisqu'elles ont pour base des feldspaths différents.

La minette a surtout été étudiée par MM. Élie de Beaumont et Fournet. Elle existe dans les Vosges, dans le plateau central, dans le département de la Manche et dans l'île de Jersey. MM. Naumann et B. Cotta l'ont observée dans la Saxe et l'ont désignée sous le nom de trapp micacé (Glimmer trapp).

L'étude des gisements connus jusqu'à présent montre qu'elle est généralement enclavée dans les roches granitiques auxquelles elle paraît associée.

## *Sur le métamorphisme des roches*, par M. Delesse (1). (Extrait.)

Lorsque deux roches sont contiguës, il s'y produit souvent des métamorphoses qui constituent ce que l'on appelle le métamorphisme de contact.

Ce métamorphisme a été plus spécialement étudié dans le cas où l'une des deux roches est éruptive et ne passe pas d'une manière insensible à la roche encaissante.

Le métamorphisme de contact comprend alors toutes les méta-

(1) Consulter, pour plus de détails, l'ouvrage de M. Delesse, ayant pour titre *Études sur le métamorphisme des Roches*, in-8, 30 feuilles, Paris, 1858. Librairie de Dalmont et Dunod, quai des Grands-Augustins, n° 49.

morphoses résultant de la réaction mutuelle des deux roches au moment de l'éruption ; il comprend aussi celles qui ont pu se produire ultérieurement.

Il est accusé par les modifications que les deux roches ont éprouvées dans leurs propriétés physiques et chimiques.

Il varie avec la roche éruptive et surtout avec la roche encaissante. Toutes choses égales, il est d'autant mieux caractérisé que les roches avaient une plasticité plus grande.

Il augmente avec la puissance des filons, des dykes ou des massifs formés par la roche éruptive ; cependant il peut être nul dans la roche encaissante, quand bien même elle a été complétement empâtée. Il est généralement faible quand la roche éruptive a été déversée ou bien quand elle s'est répandue en nappes. Il est au contraire bien accusé quand elle a été injectée sous forme de coins, surtout lorsqu'elle était accompagnée par de la vapeur d'eau ou par des vapeurs acides.

*Métamorphisme de la roche encaissante.* — Le métamorphisme de la roche encaissante est très important, car il résulte surtout de l'action exercée par la roche éruptive. Il présente des caractères différents, suivant qu'on l'étudie dans les laves, les roches trappéennes et les roches granitiques.

Si l'on considère d'abord les laves, c'est-à-dire les roches volcaniques qui ont été amenées à l'état de fluidité ignée, il est facile de reconnaître que la roche encaissante éprouve des métamorphoses qui sont généralement bien distinctes de celles que lui font subir les autres roches.

Sa structure devient prismatique, fendillée, souvent même cellulaire ou scoriacée.

Le bois et les combustibles sont partiellement ou complétement carbonisés. Le calcaire prend une structure grenue et cristalline ; il se change en calcaire saccharoïde. Les roches siliceuses ne se transforment pas en quartz hyalin, mais elles sont corrodées, et, combinant avec les bases, elles donnent des silicates vitreux ou celluleux. Il en est à peu près de même pour les roches argileuses qui s'agglutinent et prennent fréquemment une couleur rouge brique.

La roche encaissante est souvent imprégnée par du fer oligiste. Elle est aussi pénétrée par des vapeurs d'acide chlorhydrique et sulfurique, et par divers sels formés avec ces acides.

A une certaine distance du contact, l'action de l'eau secondée par la chaleur produit de la silice, de la chaux carbonatée, l'arragonite, des zéolithes, de la palagonite et des minéraux variés

Quelquefois, quand la roche est calcaire, il peut s'y développer des silicates tels que le grenat, l'idocrase, l'épidote, le pyroxène, l'amphibole, le mica et les minéraux si nombreux qu'on observe dans le calcaire de la Somma.

Au contact immédiat des laves, toutes les roches métamorphiques prennent donc des caractères qui accusent une forte chaleur; elles sont le plus souvent anhydres; elles portent des traces bien évidentes de calcination, de ramollissement et même de fusion. Lorsqu'on y voit apparaître les hydrosilicates, les carbonates, la silice et les minéraux associés, ce n'est le plus souvent qu'à une certaine distance du contact; la formation de ces minéraux doit alors être attribuée à une action combinée de l'eau avec la chaleur, et cette dernière cesse de jouer le rôle principal.

Si la roche éruptive est trappéenne, le métamorphisme, à son contact, rappelle tantôt celui des laves, et tantôt celui des roches granitiques. Ainsi le basalte, certains trapps, et en général les roches volcaniques hydratées, peuvent encore produire des effets dans lesquels intervient la chaleur; mais cependant ils sont assez bornés, et toujours l'action de l'eau est de beaucoup la plus importante. D'un autre côté, au contact de la diorite et de la kersantite, le métamorphisme se rapproche beaucoup de celui des roches granitiques.

Voici d'ailleurs quelles sont les métamorphoses observées dans la structure et dans la composition minéralogique de la roche encaissante.

La structure de séparation devient fragmentaire polyédrique pseudo-régulière et même prismatique. Elle est surtout prismatique dans les combustibles, les grès, les argiles; cependant elle peut l'être aussi dans les roches feldspathiques et même dans les calcaires. Les prismes sont perpendiculaires à la surface de contact. Ils sont droits ou courbes. Leur longueur dépasse quelquefois deux mètres. Le plus généralement ils renferment encore de l'eau ou bien des matières volatiles.

La structure devient quelquefois amygdalaire: c'est ce que l'on observe spécialement dans les roches argilo-calcaires qui peuvent passer au spilite. Alors il s'y forme des cavités ou bien des noyaux arrondis qui contiennent ordinairement de la chaux carbonatée et des zéolithes.

Quant à la structure d'agrégation de la roche, elle est encore plus fortement métamorphosée.

En effet, lorsque la roche est calcaire, sa structure peut devenir entièrement cristalline. Dans ce cas elle se change en un cal-

caire saccharoïde qui présente une couleur plus pâle. Cette métamorphose est, toutes choses égales, d'autant plus facile que le calcaire est plus pur; elle s'observe rarement à plus d'un mètre de distance d'un filon.

Lorsque la roche est siliceuse ou argileuse, sa structure devient souvent plus compacte, esquilleuse et conchoïde; en outre, sa densité, sa cohésion, sa dureté, augmentent beaucoup. D'ailleurs, les veines de la stratification se conservent et se colorent de diverses nuances. La roche passe alors au jaspe, à la porcélanite, à la thermantide et même au pétrosilex. Ses propriétés ont été modifiées, en même temps que sa composition chimique était plus ou moins altérée.

Parmi les minéraux qui se montrent au contact des roches trappéennes, il faut signaler l'hydroxyde de fer qui est souvent accompagné d'argile. L'hydroxyde de manganèse et le fer oligiste sont beaucoup plus rares. L'hydrate de magnésie (brucite) et l'hydromagnésite se sont développés dans certains calcaires saccharoïdes. Les carbonates peuvent diminuer ou même disparaître complétement; dans certaines circonstances, au contraire, ils sont introduits dans la roche encaissante par la roche trappéenne.

La silice est à l'état d'opale, de calcédoine et de quartz; elle a été déposée par des eaux minérales qui ont accompagné la roche éruptive, mais, en réalité, cette roche elle-même n'a pas produit une silification. La terre verte s'observe spécialement dans les roches argileuses et siliceuses. Il en est de même des zéolithes; quelquefois aussi ces minéraux se sont développés dans les roches calcaires et granitiques; ils remplissent les fissures et les cavités de la roche encaissante; ils la cimentent et même peuvent l'imprégner complétement.

Lorsque le métamorphisme a été très énergique, indépendamment de ce que les roches calcaires ont pris la structure cristalline, il s'y est développé des silicates alumino-terreux; on peut citer, par exemple, le grenat, l'idocrase, l'épidote, la gehlenite.

Les modifications que la roche encaissante a éprouvées dans sa composition chimique sont très complexes, et il est assez difficile de les formuler. L'eau augmente souvent quand la roche est argileuse ou même siliceuse; ainsi, on en trouve jusque dans les grès prismatiques et dans les jaspes qui sont au contact du basalte. Il y en a d'ailleurs beaucoup dans les tuffs changés en palagonite.

Les matières bitumineuses des combustibles disparaissent partiellement et quelquefois même complétement; ces derniers sont alors métamorphosés en un combustible plus dense et plus riche

en carbone. Il est relativement assez rare qu'ils soient changés en coke.

L'acide carbonique va tantôt en augmentant et tantôt en diminuant. De l'oxyde de fer est souvent introduit dans la roche encaissante. Enfin dans les jaspes au contact du basalte, la proportion des alcalis et des terres peut augmenter, et au contraire celle de la silice diminuer.

Le métamorphisme des roches trappéennes est généralement limité à quelques décimètres; il est rare qu'il s'étende au delà de plusieurs mètres.

Lorsque la roche éruptive est à base d'orthose, le métamorphisme est généralement beaucoup plus complexe et s'étend à une plus grande distance que lorsqu'elle est à base d'anorthose.

Il est facile de s'en rendre compte, car, si l'on considère le granite, par exemple, qui peut être pris comme type, sa structure cristalline est toujours très développée, et il en est généralement de même pour la roche encaissante. Mais on peut se demander alors si cette roche n'a pas été altérée à la fois par un métamorphisme de contact et par un métamorphisme normal.

En outre, le granite ne forme pas uniquement de simples filons. Il se présente souvent en massifs immenses; or le métamorphisme de la roche encaissante croît avec leur puissance.

Voici quels sont habituellement les caractères de la roche encaissante métamorphique.

Sa structure de séparation est modifiée; elle devient pseudo-régulière ou même schisteuse comme dans l'ardoise.

Lorsque de la houille se trouve au contact du porphyre, elle prend une structure prismatique. Le calcaire peut recevoir une structure lithoïde ou caverneuse, sans être silicifié ou changé en dolomie.

La roche métamorphique est généralement plus compacte; elle passe quelquefois au jaspe et même au pétrosilex. Elle devient d'ailleurs plus cristalline et il s'y développe de nouveaux minéraux.

Souvent un granite en filons dans une roche feldspathique ne lui fait pas subir d'altération.

Quelquefois même un filon de roche granitique, comme la minette, ne modifie pas le calcaire qu'il traverse.

Mais généralement la roche encaissante du granite a pris des caractères très différents de ceux qui sont habituels aux roches stratifiées. Lorsque le granite forme de grands massifs elle a même été métamorphosée jusqu'à une distance de plusieurs kilomètres.

Si cette roche est calcaire, elle est transformée en marbre ou en calcaire saccharoïde ; en outre, il s'y est développé du graphite, du mica, du grenat, de l'hornblende, du pyroxène, du spinelle et un grand nombre d'autres minéraux.

Si cette roche est argileuse, il s'y est formé des micas, de la macle, de la staurotide, du disthène, du dipire, du grenat, de l'hornblende, etc.

La roche encaissante du granite a donc été complétement modifiée au moment de la cristallisation ; mais il ne paraît pas que ce soit, comme pour le trapp, par une action qui se serait exercée au contact immédiat.

Jamais non plus on n'y observe des zéolithes ou bien la structure vitreuse. Du reste, les roches métamorphiques qui sont associées au granite se montrent quelquefois sur de grandes étendues dans lesquelles il n'y a aucune roche éruptive visible ; par conséquent, elles peuvent résulter d'un métamorphisme normal, et elles sont plutôt associées au granite que directement engendrées par lui.

La superposition du métamorphisme normal au métamorphisme de contact est générale au voisinage du granite, en sorte qu'il est difficile de faire la part de chacun d'eux ; on peut constater cependant que les effets réellement produits par le granite sont assez limités, et qu'ils sont loin d'avoir l'importance qu'on leur a attribuée.

*Métamorphisme de la roche éruptive.* — Le métamorphisme de la roche éruptive est généralement moins bien caractérisé que celui de la roche encaissante. Il est facile de s'en rendre compte, puisque la roche encaissante était solide, et par suite presque passive. Cependant, lors même que le métamorphisme de la roche encaissante n'est pas apparent, presque toujours son existence peut être constatée par quelques essais très-simples. Il résulte d'ailleurs de causes complexes, parmi lesquelles il faut signaler la réaction mécanique et chimique des deux roches, et le jeu des actions moléculaires au moment de l'éruption.

Lorsque l'on compare la roche éruptive qui forme le centre et les bords d'un même filon, on reconnaît qu'elle a subi des modifications dans sa structure et dans sa composition. Le plus souvent ces modifications ne s'étendent pas au delà de quelques décimètres. Elles sont surtout bien sensibles pour les filons peu puissants. Elles paraissent généralement avoir affecté plus fortement les laves et les roches trappéennes que les roches granitiques.

Près des bords d'un filon, la structure de séparation devient

schistoïde, prismatique, quelquefois bréchiforme. La structure d'agrégation devient moins cristalline; elle est alors grenue, adelogène et même vitreuse. Dans quelques cas, elle est globuleuse, amygdalaire ou argileuse.

La densité diminue généralement près des bords; c'est surtout bien évident pour les laves et pour les roches trappéennes.

La quantité d'eau augmente, au contraire; par conséquent elle varie en sens inverse de la densité. Son augmentation est souvent de plusieurs centièmes dans les roches trappéennes.

Dans une roche éruptive, dont la structure a été modifiée, la composition peut quelquefois rester la même; mais ordinairement la composition est aussi modifiée. Dans certains cas, elle est intermédiaire entre celle de la roche éruptive et celle de la roche encaissante.

Lorsque la roche éruptive est trappéenne ou granitique, il se forme fréquemment près de ses bords un hydrosilicate. Le plus souvent même cet hydrosilicate est magnésien. Il s'observe au contact de diverses roches, mais surtout au contact du calcaire cristallin. Quand on le compare à la roche éruptive normale, on voit qu'il est moins lithoïde et plus tendre. En outre, il contient plus d'eau, plus de magnésie, et au contraire moins de silice, moins d'alumine et moins d'alcalis. Cet hydrosilicate magnésien n'est pas ordinairement un minéral défini; cependant il peut aussi se rapporter à la saponite, l'écume de mer, la pyrosklérite, le mica, la serpentine, le talc, la chlorite.

Parmi les minéraux qui se montrent dans la roche éruptive, près de son contact avec la roche encaissante, on doit signaler les carbonates et le quartz.

Divers silicates, et spécialement le grenat, l'idocrase, l'épidote, se sont également développés près du contact.

Enfin, lorsque la réaction entre les deux roches a été très vive, il n'y a plus entre elles de limite nette; il s'est établi un échange plus ou moins complet des substances et des minéraux qui composent chacune d'elles.

Les minéraux des gîtes métallifères se retrouvent fréquemment, soit dans la roche encaissante, soit dans la roche éruptive. Ils imprègnent ces roches et tapissent leurs cavités; ils sont surtout abondants près de leur contact. Du reste, ils se présentent avec les caractères qui leur sont habituels dans les filons. Bien qu'ils aient fréquemment contribué au métamorphisme, leur présence est toujours accidentelle.

Les minéraux qui se sont développés par le métamorphisme de

contact sont assurément très nombreux et très variés; mais il importe de remarquer qu'ils sont presque les mêmes dans la roche encaissante et dans la roche éruptive.

Il est d'ailleurs facile de s'en rendre compte, lorsqu'on remonte à leur origine; la plupart d'entre eux résultent, en effet, d'infiltrations et de sécrétions; ils ont imprégné les deux roches en contact, ou bien ils ont rempli les fissures, les retraits et les vides qui ont pris naissance lors de l'éruption. Souvent ils se sont formés aux dépens d'éléments fournis à la fois par les deux roches.

Le quartz et les carbonates spathiques paraissent surtout fréquents lorsque la roche éruptive ou la roche encaissante renferment elles-mêmes de la silice ou des carbonates.

Les zéolithes sont spécialement associées aux roches volcaniques telles que les laves, le basalte, le trapp.

La tournaline, au contraire, est associée aux roches granitiques.

Les nombreux silicates auxquels M. Dana donne pour type le grenat et le pyroxène résultent d'une combinaison directe de bases terreuses avec la silice ou les silicates : ils se sont développés à la fois dans la roche éruptive et dans la roche encaissante.

Du reste, les feldspaths et les minéraux qui constituent la roche éruptive ne s'observent dans la roche encaissante que lorsqu'il y a passage entre les deux roches.

Quant aux minéraux des gîtes métallifères ils ont généralement accompagné la roche éruptive.

— Si maintenant on considère, non plus seulement une roche éruptive et une roche encaissante, mais deux roches quelconques se trouvant en contact, il est facile de voir que chacune d'elles pourra éprouver un métamorphisme. De plus, ce métamorphisme sera identique avec celui que nous avons plus spécialement étudié dans ce travail. Concevons en effet que par suite de différentes circonstances l'une ou l'autre des deux roches considérées devienne plastique; il est visible que les actions moléculaires seront mises en jeu et pourront s'exercer librement; alors, les mêmes éléments se retrouvant en présence, les minéraux qui se formeront seront aussi les mêmes.

Enfin, si l'on suppose que les deux roches soient entièrement plastiques comme cela doit avoir lieu à une certaine profondeur dans l'intérieur de la terre, il s'établira entre elles un échange mutuel; par suite il y aura un passage insensible de l'une à l'autre. Leurs réactions, bien qu'elles soient alors très complexes, se définissent encore d'une manière simple; car elles s'exercent et elles

sont comprises entre deux limites représentées par chacune des deux roches que l'on considère.

M. le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Fournet :

*Réponse aux observations énoncées par M. Delesse à l'occasion d'une note sur les mélaphyres*, par M. J. Fournet, professeur à la Faculté des sciences de Lyon.

Dans une note relative aux mélaphyres que M. de Brimont s'est obligeamment chargé de présenter à la Société géologique, dans la séance du 18 janvier 1858 (*Bull. de la Soc. géol.*), j'ai avancé entre autres :

1° Que les dénominations de trapps ou de roches trappéennes, sont trop vagues pour être conservées;

2° Qu'en outre, la réunion des mélaphyres avec les basaltes produit une confusion qui tend particulièrement à jeter une grande obscurité dans la géologie du Tyrol;

3° Qu'enfin quelques géologues ont tort de persister à ne voir dans les mélaphyres autre chose que des masses éruptives du genre des porphyres.

Ces énoncés n'ayant pas été acceptés par M. Delesse, je me vois, avec le plus grand regret, obligé d'entamer une discussion avec cet honorable collègue, dont certainement nul autre n'estime plus que moi les nombreux travaux de chimie au sujet des roches. Cependant la géologie devant également intervenir dans ces questions, je vais essayer de justifier mes propositions.

### 1° *Observations relatives aux trapps.*

J'ai jugé à propos de demander la suppression du mot *trapp*, par la raison qu'il n'a pour ainsi dire aucune signification. S'il est très employé, surtout en Angleterre, cela m'a paru tenir principalement à ce que MM. les géologues anglais, particulièrement absorbés par leurs admirables travaux stratigraphiques sur les terrains de transition, carbonifères, jurassiques, etc., etc., ont un peu trop négligé les roches éruptives et métamorphiques, depuis les brillants débuts de Hutton, Hall et Mac-Culloch. Ils ne doivent donc pas être pris en cela pour modèles.

Que nous apprennent-ils, par exemple, quand ils disent qu'à Bleadon-Hill, qu'à Dundalk, le trapp a traversé le calcaire carboni-

fère, que le trapp a converti en coke la houille de Newcastle? Qu'y a-t-il aussi de plus pénible pour un mineur, que d'entendre dire par les Anglo-Américains que les culots de cuivre et d'argent natifs du lac Supérieur sont englobés dans les trapps?

J'ai dû chercher ailleurs plus de précision, et croyant la trouver chez M. Delesse, je vois qu'il déclare que ce mot sert à désigner des roches très différentes. Elles sont indiquées comme étant des masses hydratées, peu cristallines, et dont plusieurs montrent des rapports très intimes avec les laves qui leur sont associées. Leur base est un feldspath du sixième système, c'est-à-dire l'anorthite, le labrador, l'andésite, l'oligoklase, la vosgite. Sous cette même définition, il réunit les basaltes, les dolérites, les mélaphyres, les hypérites, les euphotides, les diorites, les kersantites, auxquels il ajoute au besoin les lerzolithes et les serpentines.

Observons maintenant que ce groupement présente certaines complications de détail d'un effet assez fâcheux. Les analyses de M. Delesse aboutissent, par exemple, à donner pour le mélaphyre typal de Belfahy, un feldspath d'une formule fort peu simple, mais de laquelle il n'en conclut pas moins que ce minéral est un labrador. Ailleurs, un mélaphyre pris entre Colmann et Botzen lui offre un labrador différent du précédent. Outre cela, M. Delesse annonce que dans les feldspaths appartenant à une même roche, les variations de composition paraissent dépendre de l'influence exercée sur eux, soit au moment de leur formation, soit postérieurement à leur formation par les roches voisines ou par les roches encaissantes. Quant à moi, la vue de la multitude des résultats fournis par les feldspaths, résultats que les hommes des laboratoires voudraient encadrer dans leurs formules, me porte à me demander sérieusement si en cela il n'y aurait pas quelque chose d'analogue à ce qui arrive d'une façon moins compliquée entre les carbonates de chaux, de magnésie, de fer et de manganèse, lesquels se substituent les uns aux autres, en donnant lieu à toutes les combinaisons imaginables, tant chimiques que cristallométriques. Espérons que le jour luira bientôt où les savants analystes de la capitale reconnaîtront que la puissance de la nature n'est pas limitée par leurs règles, et qu'elle sait fort bien en rompre la monotonie pour semer partout cette infinie variété qui répand tant de charmes autour de nous.

D'autres remarques du même genre dérivent de l'eau combinée, avec laquelle les chimistes, partisans des doctrines de M. Schéerer, confondent trop facilement les bitumes ou autres corps hydrocarburés, dont la présence a cependant été signalée par MM. Knox,

Braconnot, et surtout par M. Brewster, qui s'est livré, à leur sujet, à une très intéressante suite d'observations microscopiques.

Laissons cependant de côté ces menues complications chimiques, pour faire remarquer que la valeur attachée à la classe des roches trappéennes s'amoindrit singulièrement quand on s'attache au point de vue géologique. A cet égard, on comprendra tout de suite l'état d'hésitation dans lequel doivent se trouver les pétralogistes et les géologues réduits à étendre leurs conjectures du basalte moderne aux mélaphyres, roches généralement très anciennes. Ces dernières sont d'ailleurs métamorphiques, les autres étant souvent éruptives.

Si même l'on ne veut concentrer son attention que sur les seules masses éruptives, on trouve que tout tend actuellement à un groupement dont le résultat sera profondément discordant par rapport à celui qui a été admis d'après les anciennes habitudes trappéennes. En effet, dans d'autres occasions, me basant sur mes propres observations aussi bien que sur celles de M. Élie de Beaumont et autres géologues, j'ai donné à entendre que ma première classification des roches plutoniques d'après leur richesse en silice (*Jahrbuch*, 1837) subit d'importantes modifications. Plus j'avance dans l'étude de ces masses, plus aussi je m'assure qu'il est nécessaire d'admettre parmi elles de nombreuses récurrences, très siliceuses, correspondant à différentes époques géologiques. Ainsi, on connaît un granit ancien, passant de l'état homogène à l'état porphyroïde, et aboutissant par une suite de dégradations aux états pegmatitique, granulitique et leptynitique.

On peut en outre constater l'existence de granits assez modernes pour avoir affecté les terrains houillers. Étant aussi bien développés que les précédents sur certains points, ils passent ailleurs à des porphyres quarzifères, qui eux-mêmes aboutissent à des minettes d'un caractère quelquefois éminemment trappéen.

D'autres granits ne sont que des modifications de la syénite, roche sujette à perdre son amphibole, mais qui ne doit pas pour cela être confondue avec les granits précédents, ainsi que l'ont fait quelques géologues. Mais ces syénites ont pour satellites des diorites et des amphibolithes éruptives ou autrement dit des trapps.

Certaines protogines, très granitiques, qui ont bouleversé les calcaires jurassiques, ont également un cortége plus ou moins confus et trappéen.

Il est, de plus, des granits et des porphyres quartzifères qui sont postérieurs aux éruptions serpentineuses auxquelles se lient les euphotides, masses encore réunies aux trapps.

On voit de même des granits à hypersthène, très récents et passant aux hypérites ordinaires, pareillement confondues sous la rubrique des trapps.

Dans cette hiérarchie, les trachytes bien développés sont à considérer comme étant des granits de la période volcanique. Mais les trachytes passent souvent aux basaltes par l'intermédiaire des dolérites; d'où il suit qu'il devient fort difficile de comprendre ce que la science peut gagner par la conservation du mot en litige. A l'époque actuelle surtout, où l'on connaît des gîtes métallifères inclus dans les mélaphyres proprement dits, tandis que d'autres touchent de près aux vrais basaltes volcaniques, comme par exemple dans la Sierra de Carthagène et en Hongrie, de pareilles indécisions ne sont évidemment plus tolérables. En tous cas, l'influence que des classifications moins élastiques sont appelées à exercer sur la théorie des filons étant facile à saisir, nous devons espérer que, M. Delesse aidant, nous verrons disparaître de la nomenclature les *toadstones*, les *trapps*, de même que les *whinstones* et quelques autres dénominations adoptées dans l'enfance de la géologie.

Remarquons d'ailleurs que la valeur attribuée à l'ensemble trappéen est également applicable à d'autres masses rocheuses. Les calcaires, par exemple, constituent certainement un groupe très essentiel. Cependant, que dirait-on d'un géologue qui viendrait annoncer que les sommités du mont Cindre aux environs de Lyon, de Cabrières près de Neffiez, du mont du Chat sur le lac du Bourget, etc., etc., sont calcaires. Évidemment, on l'inviterait à dire au moins s'il s'agit de calcaires siluriens, dévoniens, carbonifères, triasiques, jurassiques, crétacés ou tertiaires. Poussant même les exigences au delà, les stratigraphes seraient en droit de réclamer de l'observateur quelques observations au sujet des étages auxquels appartiennent les calcaires des cimes en question. Eh bien! par la même raison, le plutoniste doit être mis en demeure d'énoncer s'il entend parler d'un trapp-basalte, d'un trapp-dolérite, d'un trapp-mélaphyre, d'un trapp-hypérite, d'un trapp-euphotide, d'un trapp-diorite ou d'un trapp-kersantite. Mais à quoi bon ici la superfétation de la syllabe trapp. N'étant d'aucune importance, l'économie de temps motive la suppression immédiate, de même qu'en mathématiques, on retranche prestement le facteur inutile d'une formule algébrique.

Quant aux difficultés inhérentes à la détermination des roches en question, difficultés qui proviennent de la confuse cristallisation qu'elles présentent assez souvent, on peut répondre que les obsta-

cles ne sont pas des motifs à faire valoir auprès des géologues. De Saussure n'a-t-il pas déclaré que l'étude de la géologie n'est point faite pour des paresseux? Nous devons donc savoir supporter les fatigues attachées à notre science, sinon nous mériterons d'être exclus du rang de ses partisans. Pour ma part, il m'a rarement fallu rester dans le vague toutes les fois qu'un mobile quelconque m'a porté à connaître exactement la masse ambiguë placée sous mes yeux. Cassant des blocs, portant mes recherches sur le centre ou vers les limites de l'ensemble, poussant quelquefois mes investigations à distance, afin de rencontrer des produits assimilables, j'ai d'ordinaire bientôt vu, comme l'a fort bien dit M. Delesse, « ces masses prendre peu à peu la structure porphyrique par l'ap- » parition de cristaux de feldspath, et même par la formation de » péridot, d'augite, d'hyperstène, de diallage, de hornblende et » de mica. » Après tout, en cas de non-réussite, je ne me suis nullement senti honteux quand j'ai été forcé de faire l'aveu de mon impuissance devant certains mystères de la nature. Je les laisse parmi les *incertæ sedis*, attendant la rencontre de parties convenablement cristallisées, de même que les botanistes guettent le développement des pistils et des étamines pour classer leurs plantes nouvelles. De cette façon, on ne donne point de l'importance à un nom qui n'en a aucune; personne n'est induit en erreur. On a l'avantage d'appeler l'attention sur les points obscurs, et c'est dans ce sens que j'ai traité dernièrement la question des spilites du Drac (*Bull. de la Soc. géol.*, 18 mai 1857).

### 2° *Détails historiques au sujet des mélaphyres et des basaltes; extraits des travaux de MM. Brongniart, de Buch et Delesse.*

Passons actuellement à la question des mélaphyres au sujet desquels M. Delesse est porté à croire qu'il y a quelque malentendu relativement à la définition. Il lui est impossible, dit-il, d'expliquer autrement plusieurs des résultats dont j'ai fait l'énoncé.

Eh bien! c'est précisément contre cette confusion que je m'élève, et pour entamer la discussion d'une manière rationnelle, il importe de remonter aux sources. Dans ce but, il me faut établir tout d'abord une distinction entre les indications pétralogiques de M. Brongniart, de M. de Buch et celles de M. Delesse.

Dès l'année 1816, dans le *Dictionnaire des sciences naturelles* de Levrault, M. Brongniart préludait à ses classifications des roches; il donnait alors des définitions des basaltes qu'il dépeint, suivant

l'ordinaire, comme étant des roches noires, grenues, presque compactes, à cassure mate, très tenaces, magnétiques, et quelquefois magnéti-polaires, contenant des pyroxènes, des péridots, des feldspaths et du fer titané ; enfin il les range parmi les produits volcaniques.

Parmi leurs variétés, il trouve des passages à l'état porphyritique.

En 1819, l'ordre alphabétique du *Dictionnaire* amène l'illustre géologue à traiter des dolérites. Les caractères qu'il leur assigne sont les suivants :

Roches noires, piquetées de blanc sale, et différentes du diabase qui tire sur le verdâtre. Elles sont essentiellement composées de pyroxène, de feldspath, tous deux bien reconnaissables, habituellement très serrés, et même mêlés les uns aux autres.

Les accessoires sont encore le fer titané et le péridot, quelquefois le mica et l'amphigène.

Cette roche, étant imparfaitement cristallisée, passe au basalte pyroxénique et au basalte feldspathique ; c'est même ce passage qui, saisi avec perspicacité, a mis M. Cordier sur la voie de découvrir que le basalte n'est qu'une dolérite pyroxénique, à parties indiscernables à l'œil nu, visibles quelquefois à la loupe, mais séparables par les moyens ingénieux qu'il a mis en usage.

Dans le nombre des variétés cristallines, on distingue la

Dolérite granitoïde,

Dolérite porphyroïde,

Dolérite subvitreuse.

Cette espèce appartient aux terrains pyrogènes ; c'est une *roche volcanique dans l'acception la plus claire de ce terme*. Elle est une des plus nouvelles, puisqu'elle se trouve presque toujours vers la surface des plateaux, recouvrant les basaltes et pénétrant dans leurs fissures.

Continuant ses déterminations, M. Brongniart arrive en 1823 au mélaphyre, qui n'est autre chose que le trapp-porphyre des Allemands. C'est, ajoute-t-il, la même roche que l'on désigne encore sous le nom de *porphyre noir*. Elle a une texture compacte, à parties fines, très serrées. Très dure, et susceptible de recevoir un poli égal et brillant. Pâte le plus souvent translucide. Cassure droite ou imparfaitement conchoïde, peu écailleuse, le plus souvent unie, quelquefois raboteuse. Assez facile à casser.

La roche est composée, ayant pour base une pâte noire et dure, d'amphibole pétrosiliceux ? qui enveloppe des cristaux de feldspath blanc grisâtre, rougeâtre, quelquefois verdâtre. Ses éléments

accessoires sont l'amphibole, le mica et le quartz en petite quantité.

Fusible en émail noir ou grisâtre. *Couleur noire, mais elle passe par des nuances rougeâtres au porphyre; par la finesse de ses parties, à l'eurite; par l'opacité et la grosseur de ses parties, au basalte.*

Ses variétés sont :

Mélaphyre demi-deuil;

Mélaphyre sanguin;

Mélaphyre taches vertes, ou porphyre noir antique.

Le savant professeur considère cette roche comme étant surtout subordonnée au porphyre quartzifère, et se trouvant souvent avec les porphyres verts.

Parmi ses gisements, il indique ceux de la Suède, des Vosges, de Tarare et des sources de l'Yonne.

On le voit, de ces descriptions, qui ne pèchent en aucune façon du côté de la précision pratique, résulte l'existence de deux roches : l'une ancienne, se rapprochant des porphyres; l'autre moderne, liée aux basaltes, et dont le faciès est très différent. Elles ne devraient donc pas avoir été confondues ni minéralogiquement ni géologiquement, et cependant, ainsi qu'on va l'expliquer, ce désastre est survenu à la suite des travaux de M. de Buch.

A l'égard de ceux-ci, je mentionne d'abord une notice lue à l'Académie de Berlin le 25 mars 1813. Il s'agissait des caractères du *trapp-porphyr* que le grand géologue considérait comme étant une roche récente, passant aux basaltes, appartenant aux volcans éteints et aux volcans brûlants, et à laquelle il réunit les phonolites, les perlites et les obsidiennes. On la rencontre au Mont-Dore en Auvergne, ainsi qu'au Drachenfels sur les bords du Rhin. Elle contient en outre une grande partie des filons de la Hongrie. Au surplus, il a été reconnu depuis que cette roche n'est autre chose que le trachyte de Haüy, et, si je l'ai indiquée ici, c'est surtout pour mettre en relief une nouvelle exagération de l'abus du mot *trapp*.

En 1823 (*Ann. de chim. et phys.*, p. 261 et 396), dans les lettres adressées à M. de Humboldt, M. de Buch a traité du porphyre pyroxénique, roche qui traverse le porphyre rouge quartzifère aussi bien que les terrains secondaires, et à laquelle il attribue la dolomisation des calcaires. Sous ce nom générique, il réunit toutes les masses noires de la vallée de Fassa, savoir les amygdaloïdes, les tufs et même les vrais basaltes; il y a vu de véritables scories au Seisser-Alp. Cependant il admet que son porphyre pyroxénique mériterait d'être séparé comme une formation intermédiaire, et

sous une dénomination convenable, d'un côté des basaltes proprement dits, de l'autre des porphyres rouges quartzifères, qu'il distingue d'ailleurs fort bien d'avec la roche en question.

En 1827 (*Ann. des sc. nat.*), notre géologue revient sur le même sujet à l'occasion de ses études sur la contrée de Lugano, rappelant d'abord qu'en 1784 Lamanon classait les roches des bords du lac parmi les laves, appréciation qu'il modifia depuis en les rangeant avec les trapps. M. Lardy les ayant à son tour assimilées aux porphyres augitiques, M. de Buch, séduit par cette indication et procédant au rebours de Lamanon, jugea à propos de les réunir à celles de Fassa. Cependant il avoue que l'on peut constater ici qu'elles ne sont pas des basaltes; il y reconnaît même la présence de l'épidote. Entrant d'ailleurs dans divers détails au sujet des intercalations de ce porphyre augitique et du porphyre rouge quartzifère, il ajoute à l'ensemble de ses considérations de nouvelles indications relatives à la dolomisation.

Enfin, en 1829 (*Ann. des sc. nat.*), embrassant la géologie de l'ensemble du terrain compris entre Lugano et Orta, M. de Buch déclare de nouveau qu'il importe de ne pas assimiler les porphyres pyroxéniques avec les laves, tout en persistant à les regarder comme éruptifs. Cependant, chose plus essentielle encore, au point de vue du moment, c'est alors que dans une heure malheureuse, se laissant entraîner à une fausse interprétation du mot mélaphyre proposé par M. Brongniart, il a fait naître une des plus déplorables erreurs scientifiques.

Réduit à défendre ma part, il me faut actuellement rappeler les travaux de M. Delesse.

Ce savant ingénieur s'est surtout occupé des roches au point de vue de leur composition chimique, et vraiment on ne sait ce qu'il faut le plus admirer de sa persévérance à toute épreuve ou de la délicatesse de ses opérations.

Cependant en procédant ainsi, il a dû, principalement au début de ses études, accepter souvent les données d'autrui, et de là la cause de quelques surprises, parmi lesquelles je range en particulier celle qui concerne les basaltes et les mélaphyres. A cet égard, je puiserai mes données dans un travail capital, publié en 1847 (*Ann. de la Soc. d'émulation du Doubs*), sur la composition minéralogique et chimique des roches des Vosges.

Ayant alors des idées fort différentes de celles qu'il admet aujourd'hui, il avançait, au milieu de très intéressantes généralités sur les roches, que la dénomination de trapp est en quelque sorte négative, et qu'on doit plutôt la considérer comme un aveu de

l'ignorance où l'on se trouve relativement à la nature de la roche, que comme une véritable qualification.

Partant ensuite de la nécessité d'étudier des types choisis au milieu de la variabilité générale, il prit pour sujet d'analyse le porphyre de Belfahy que l'on a désigné tantôt sous le nom d'ophite, tantôt sous celui de mélaphyre. Il le dépeint comme une masse très bien cristallisée dont on retrouve d'ailleurs les analogues au Puix, à Giromagny, à Horben et à Bitschwiller.

Le feldspath qui caractérise ces roches est le labrador dont j'ai déjà parlé dans la première partie de cette note.

Elles contiennent en outre des parties silicatées, vertes, qu'il rapproche ou tend à rapprocher de l'amphibole ?

Un fragment de mélaphyre de Belfahy, traité par l'acide muriatique, se décolore presque complétement, en laissant inattaqués les cristaux d'augite qui se distinguent très bien de la pâte par leur couleur noire. Cet effet n'aurait pas lieu, si cette pâte devait sa couleur verte à un mélange intime d'amphibole ou d'augite (*Bull. de la Soc. géol.*, t. VI, p. 633).

Les mêmes roches contiennent des chlorites, du quartz et des épidotes, disséminés en filets ou même quelquefois cristallisés.

Les caractères des masses vosgiennes sont d'ailleurs variables; car leurs couleurs passent du vert au rouge violacé. Elles contiennent des parties bréchoïdes, et elles offrent des passages aux spilites contenant des amygdales calcaires. Enfin ces transitions l'amènent à comparer ces mélaphyres avec le porphyre vert antique où il retrouve encore le labrador.

Partant de ces résultats, M. Delesse établit ses rapprochements avec les roches du Tyrol qu'il n'a malheureusement pu voir que dans les collections. Néanmoins il arrive à reconnaître, choses très vraies, que les mélaphyres tyroliens sont généralement plus celluleux et moins denses que ceux des Vosges ; qu'ils sont plus pyroxéniques; que leur composition minéralogique est plus complexe ; qu'ils contiennent une quantité d'eau moitié moindre que celle du porphyre vosgien ; que les pyroxènes sont très abondants dans ceux de la vallée de Fassa, si bien qu'en vertu de toutes discordances il n'a rencontré aucun échantillon qu'il peut regarder comme étant identique avec le porphyre type de Belfahy.

A la lecture de ces lignes, on s'imagine que M. Delesse va accepter les distinctions de M. Brongniart, d'autant plus volontiers que M. de Buch a établi que l'un des caractères de son porphyre de Fassa est de ne pas contenir de quartz, tandis que cet élément est assez commun dans le groupe vosgien. On se persuade d'avance

qu'il rangera Fassa parmi les dolérites, Belfahy restant au rang des mélaphyres proprement dits.

Loin de là, subjugué par l'ascendant de M. de Buch, ou entravé par l'insuffisance des collections, il se trouve entraîné à le suivre dans ses errements au sujet des roches de Lugano, de Ghirla, de Grantola, de Cunardo, bien que l'analyse ou l'aspect d'un échantillon pris entre Colmann et Botzen, étendue dépourvue de dolérites, et dans lequel il retrouve encore un labrador, eût dû le retenir sur cette pente glissante.

Lancé ainsi dans la voie des rapprochements, il passe du Tyrol, des Vosges, au Palatinat où il trouve, avec M. Jacquot, les roches dites éruptives d'Oberstein, et arrivant de là à d'autres contrées, il confond, toujours à la suite de M. de Buch, ce que je tends à séparer. Toutefois, à la décharge de M. Delesse, on voudra bien considérer que mes observations de 1845, alors contestées, ne pouvaient pas encore prévaloir chez lui sur l'assentiment unanime des géologues qui, d'un commun accord, consentaient à subir le même joug.

### 3° *Détails historiques au sujet de mes recherches sur les mélaphyres et les basaltes.*

En abordant l'exposé de mes propres études, je dois faire remarquer qu'elles ont été rendues excessivement lentes et pénibles par suite de certaines conditions de ma position, aussi bien que par les temps d'arrêt auxquels m'assujettissaient les propositions énoncées par mes devanciers. Et je le dis à dessein, afin que l'on ne se méprenne pas sur la cause de mes hésitations au sujet des mélaphyres proprement dits, que j'ai toujours la prétention de distinguer des roches volcaniques.

Cependant, à l'égard de ces dernières, j'ai été plus heureux. Un séjour de six années (1827-33) en Auvergne me donna naturellement le loisir d'en apprécier les caractères. D'ailleurs, des savants du premier ordre me sont parfois venus en aide, et parmi ceux-ci, il me faut citer M. Mitscherlich, que j'eus le bonheur d'accompagner, non-seulement autour de Pont-Gibaud, mais encore dans le Mont-Dore. Il me fit distinguer en particulier, en 1832, les laves grises labradoriques des coulées du volcan de Côme, etc., et j'eus soin de consigner ses indications dans les *Ann. scient. de l'Auvergne*, juin 1832. En cela donc, je n'étais pas en arrière des plus éminents minéralogistes de la capitale. M. Dufrénoy me demanda diverses explications à ce sujet, et M. Élie de Beaumont,

de son côté, déclare que c'est en étudiant les laves de l'Etna, en 1834, avec M. de Buch, qu'il a pu se familiariser avec le labrador (*Expl. de la cart. géol.*, t. I, p. 366). Il résulte encore de quelques détails consignés dans ma notice sur le Mont-Dore (*Ann. des mines*, 1834, tome V), que les dolérites des plateaux de la Banne-d'Ordenche, ainsi que de la Croix-Morand, avaient passé sous mes yeux, et cela suffisait pour la partie de la pétralogie dont il s'agit en ce moment.

D'un autre côté, pendant la même période, je pus observer les empâtements des débris du gneuss dans les granits, et j'appris à apprécier les effets des infiltrations granitiques dans les micaschistes. On trouvera des traces de ces aperçus dans mon travail intitulé *Études sur les gîtes métallifères* (1834), et aussi parmi les lectures faites au congrès de Clermont (6 septembre 1833). En effet, M. Peghoux, après être entré dans divers détails au sujet des injections successives des granits et des modifications qu'elles provoquèrent, s'est empressé de reconnaître les avantages qu'il avait retirés de mes communications.

Sans doute ces phénomènes d'imbibition, plus ou moins intime, n'avaient jusque-là aucun caractère de généralité ; mais ils constituaient pour moi des rudiments qui ne devaient pas tarder à se développer. En effet, je fus casé en 1834 à Lyon, dont les environs possèdent un champ métamorphique varié et fécond. Indépendamment des ressources qu'il m'offrait pour continuer mes recherches sur les granits et les micaschistes, il me mit particulièrement à même de régulariser et d'étendre rapidement mes précédents aperçus au sujet de la dissémination feldspathique dans diverses autres roches schisteuses. En cela je fus surtout favorisé par la rencontre incessante des remarquables effets qui étaient résultés de l'action des syénites et des porphyres sur les schistes argileux des terrains siluriens et carbonifères. En même temps je découvrais d'autres modifications exercées sur les grès des mêmes formations.

A la suite des découvertes faites sur ce sol, je me décidai à proposer, dans mes cours, une nouvelle classification des roches cristallines, en la basant sur leur âge et sur leur métamorphisme, arrangement qui m'entraînait hors du cadre purement pétralogique adopté jusque-là par la plupart des géologues. M. de Léonhard daigna accueillir cet imparfait essai qui lui fut présenté par mon ami M. Lortet, dans une lettre datée du 21 décembre 1837, laquelle fut insérée dans le *Jahrbuch* en 1838.

D'ailleurs, je m'étais hasardé à soumettre au jugement de l'In-

stitut (13 février 1837) la première de mes notices au sujet des phénomènes métamorphiques. Ce travail, intitulé *Mémoire sur les filons métallifères et sur les terrains des environs de l'Arbresle*, faisait, entre autres, ressortir les deux systèmes de filons du pays, savoir : ceux de cuivre, orientés N.-E., S.-O., et ceux de plomb ou quartzo-barytiques, bien distincts des précédents par leur allure N.-O., S.-E. J'entrais dans des détails sur l'ordre d'apparition des groupes de nos roches siliceuses en le mettant en rapport avec leur richesse en silice. La part des soulèvements fut également énoncée. Enfin en abordant la question du métamorphisme des roches sédimentaires, j'indiquais divers genres de transformation, par calcination, par ramollissement, par soudure ou brasure, par cristallisation, et finalement par pénétration et cémentation. Les résultats de ces actions sur les schistes argileux en particulier ont été la production de ces masses micacées, chloriteuses, amphiboliques, contenant des idocrases, des épidotes, qui composent l'ensemble des schistes verts chloriteux, ou autrement dit, des *cornes vertes* de nos mineurs. Naturellement la métallisation des parois des filons de Sain-Bel, de Chessy, ainsi que la feldspathisation des roches environnantes (*cornes rouges*) étaient rangées parmi les faits essentiels de mes recherches.

Diverses expériences fort élémentaires démontrèrent que la hardiesse de mes énoncés n'était au fond que la simplicité à laquelle il faut toujours aboutir en géologie. En effet, les roches en général sont poreuses, et par conséquent perméables aux corps fondus ; les schistes étant spécialement exfoliables dans certaines conditions se prêtent avec plus d'efficacité encore à ces pénétrations. Enfin des collections venant à l'appui de mes propositions furent adressées à l'École des mines et à M. Bronn à Heidelberg.

Ma notice, renvoyée à une commission composée de MM. Élie de Beaumont, Becquerel et Brongniart, fut l'objet d'un rapport rédigé par le dernier de ces savants. Pour plus d'authenticité, il me faut relater textuellement les énoncés relatifs à la question du métamorphisme qu'il aborda en rappelant les travaux de Watt, de Macculoch et de M. Virlet, pour arriver à établir ma part de la manière suivante :

« Les faits qui ont conduit à admettre ces singulières transfor-
» mations, et les hypothèses qu'on a créées pour les expliquer, sont
» généralement beaucoup plus vagues que la théorie que M. Four-
» net a déduite de ses observations. Les idées de la plupart des
» physiciens et des géologues qui l'ont précédé, à l'exception peut-
» être de Hall et de Macculoch, partent d'un tout autre point de

» vue, et ne s'appuient pas sur des faits de la valeur de ceux que » M. Fournet a fait connaître. Les conséquences auxquelles arrive » M. Fournet, les théories qu'il en déduit, nous ont donc semblé » fondées sur des observations plus nombreuses, plus spéciales et » plus précises que celles de ses prédécesseurs. Il y a, par exemple, » dans le travail dont nous rendons compte, une suite d'observa- » tions des plus détaillées, faites sur vingt-six sortes de roches tra- » versées par la grande galerie d'écoulement des mines de Sain- » Bel. Elles prouvent dans M. Fournet une persévérance et une » sagacité dont peu de géologues ont été capables. »

On excusera cette citation en faveur des circonstances où je me trouve. Devant l'attaque, il s'agit d'user de ses armes pour la défense; dénaturé, falsifié par certains historiens, je dois opposer de puissantes barrières contre les dégradations de ces interprétateurs scientifiques; il me faut, en outre, appeler l'attention sur l'inconséquence de certaines prétentions sur lesquelles j'aurai à revenir dans d'autres occasions, et, après tout, on va voir que j'ai été moins indulgent à mon égard que mon juge, dont les bienveillantes paroles se traduisirent chez moi en un ordre formel de compléter ma tâche.

Parmi les imperfections de mon travail, on pourra remarquer une certaine *arkose* mentionnée dans le *Jahrbuch* avec un point d'interrogation. Sous cette dénomination douteuse, je rangeais les grès carbonifères au nombre desquels il en est qui, conservant encore à divers degrés leur texture originaire, quoique déjà atteints par les rudiments de la cristallisation feldspathique, devaient nécessairement recevoir un nom. Pour le moment, je trouvai à propos de me servir d'une expression passablement élastique comme on sait, et cependant je reconnaissais tout ce qu'il y avait de vicieux dans mon choix, puisque d'une part il introduisait dans la nomenclature quelque chose d'analogue au vague trappéen, et que d'autre part ces mêmes grès, aussi bien que les schistes, aboutissent, par une suite de métamorphismes parfaitement continus, à ce que l'on appelait déjà des mélaphyres.

J'aurais donc pu recourir à cette dernière dénomination en la tempérant plus ou moins; mais en cela, et malgré les caractères si bien établis par M. Brongniart, j'étais contenu par l'autorité des autres géologues. Je voyais entre autres MM. Voltz et Thirria, en 1828 et 1833, désigner ces roches noires feldspathiques comme étant éruptives dans les Vosges et dans la Haute-Saône. Plus tard encore, en 1841, M. Élie de Beaumont (*Expl. de la carte géol.*) admettait le même principe; si bien que craignant quelque ambi-

guïté, je jugeai à propos d'attendre une occasion qui me mît à même de trancher définitivement la question. Elle se présenta en 1845, quand il me fallut étudier la dolomisation dans les environs de Lugano et dans le Tyrol méridional (*Bull. de la Soc. géol.*).

Arrivé dans la vallée de Fassa et sur les hauteurs du Monte-Baldo, ma surprise fut vraiment grande au moment où je me vis en présence de basaltes plus ou moins doléritiques, granitoïdes compactes et même scoriacés, tels que j'avais appris à les connaître en Auvergne. D'ailleurs ces masses traversaient les calcaires jurassiques et les autres roches plus récentes de la contrée. Les environs de Lugano m'offrirent au contraire le gâchis métamorphique des montagnes lyonnaises, avec tous les caractères assignés aux mélaphyres par M. Brongniart. En outre, je pus remarquer que les débris roulés de ces anciennes roches feldspathiques entraient dans la composition des grès rouges triasiques de la contrée; de façon que, réduit à l'impossibilité de confondre l'un des groupes avec l'autre, je dus forcément admettre chez M. de Buch un moment d'oubli. *Et aliquando dormitat Homerus!*

Mes énoncés ne pouvaient évidemment pas passer sans subir quelques objections. Le 5 avril 1847 (*Bull. Soc. géol.*), M. de Collegno mettant en avant le peu de temps consacré à mes recherches, entama une discussion dans laquelle il avoue cependant le progrès qu'avait fait, depuis ses propres études, la question du système triasique alpin. Il déplore en sus le renversement de la grande théorie dolomitique, l'une des conséquences forcées de mes indications. Un autre regret porte sur les calcaires magnésiens de Varèze et sur les masses éruptives du Val Gana, que tous les géologues ont retenues pour telles jusqu'en 1845! Enfin il désire qu'un nouveau voyage me mette à même de rectifier mes indications.

Ne pouvant rester insensible devant la réclamation si pleine de courtoisie d'un ancien ami, je repris aussitôt le chemin de l'Italie, et concentrant mon attention sur l'espace occupé par les stations de Lugano, Grantola, Gana, Brinzio, Sacro-Monte, Induno, Gavirate (septembre 1847), j'y trouvai la confirmation de mes précédentes observations sur les mélaphyres. Elle fut même d'autant plus pleine et plus entière que le champ se trouvant agrandi, les phénomènes étaient plus variés.

Jusqu'à ce jour je n'ai point parlé de ce second voyage, non plus que de divers autres, parce qu'ils n'ajoutent rien d'essentiellement neuf aux faits antérieurs; d'ailleurs, pour plus de sûreté, à l'endroit de ma théorie des mélaphyres, j'avais précédemment

visité les Vosges, car là aussi je devais retrouver des types, ces montagnes ayant été l'objet des études successives de MM. Voltz, Thirria et Élie de Beaumont. On trouvera l'exposé de mes résultats dans une notice présentée à la Société géologique le 7 décembre (*Bull. Soc. géol.*, 1846). Il suffit de rappeler ici que je fis alors connaître mes idées au sujet des actions endomorphiques et exomorphiques, actions que M. Cotta désigna depuis sous les noms de métamorphisme éverse et de métamorphisme inverse. Elles ont été jusqu'à présent la dernière expression de mes déductions théoriques, mais non de mes recherches, parce que j'aurai sans doute encore à répondre à d'autres réclamations du genre de celles que vient de susciter ma récente publication sur les mélaphyres.

### 4° *Rapprochement entre mes observations et celles de divers géologues.*

Pour résumer actuellement les détails précédents, je dirai d'abord que la vallée de Fassa renferme des filons et des nappes basaltiques d'une puissance quelquefois énorme. Ces roches ont traversé et bouleversé les terrains secondaires. Leurs caractères sont ceux des dolérites porphyroïdes ou granulitiques, des basaltes compactes ou bulleux, et des scories à peu près telles qu'on les voit en Auvergne. Ces masses véritablement volcaniques sont identiques avec les dolérites, avec les basaltes du Vicentin et du Véronèse. J'ajoute qu'en cela je ne suis pas seul de mon opinion, car je la vois déjà en partie admise, en 1822, par M. Brongniart, qui ayant exploré les gîtes du Vicentin, décrivit les roches qui traversent le *biancone* (craie) en les appelant tantôt des basaltes, tantôt des trapps, mais jamais des mélaphyres, bien qu'il soit l'inventeur de ce nom, et précisément parce que mieux que tout autre il en connaissait le véritable sens pétralogique.

Cette opinion était également admise par le célèbre Brocchi qui avait parcouru la vallée de Fassa en 1811. Et pour qu'on ne se méprenne point sur la valeur de ses énoncés, il me faut rappeler ici que dans la relation de son voyage imprimée à Milan, le savant italien saisit l'occasion pour faire observer que la découverte des volcans éteints dont se glorifient les géologues français, en l'attribuant à Guettard et à Desmarets, était déjà faite depuis longtemps dans son pays. En effet le botaniste Michieli, étudiant la Toscane en 1733, signala dans les montagnes de Santa-Fiora et de Radicofani l'existence des ponces, des pouzzolanes et des laves poreuses. Il soutenait en même temps que les pépérino sont des

produits volcaniques, et tous les détails à ce sujet sont consignés dans l'ouvrage de Targioni. Bien plus, hors de l'Italie, Valerio Cordo, botaniste allemand, avait de son côté, déjà en 1561 (*Annotationes in Dioscoriden. Zurich*), fait mention de ponces analogues à celles de la Sicile, qui se trouvent près de Coblentz. Le même observateur qualifie du titre de volcaniques les sols de Falkenow, de Culm, et d'Égra en Bohême. On le voit, les idées de Brocchi au sujet de la volcanicité des roches de Fassa étaient parfaitement arrêtées! Qu'il me soit donc permis d'exprimer le regret que j'ai éprouvé en voyant les géologues italiens, abandonnant le fruit de leurs découvertes, laisser de côté une voie si parfaitement tracée pour s'attacher à suivre les errements d'une science étrangère.

Au surplus, celui qui se livrera à l'étude des détails contenus dans le mémoire de M. Delesse (1847) sera bientôt non moins convaincu que je le suis, qu'il y a dans Fassa toute autre chose que des mélaphyres; c'est-à-dire que l'on y voit de simples produits volcaniques dont la cristallisation s'est plus ou moins développée par suite de la puissance des masses, et aussi par suite de leur encaissement en forme de filons, circonstances qui, en ralentissant le refroidissement, ont contribué, au moins en partie, à prolonger les mouvements moléculaires dont la perfection de l'état cristallin est le résultat.

En second lieu, je déclare que les roches de Lugano et de l'espace compris entre les lacs de Lugano et d'Orta sont des mélaphyres identiques avec ceux des Vosges, du Morvan, du Forez, du Languedoc et du Lyonnais. De plus, ces mélaphyres sont beaucoup plus anciens que les basaltes de Fassa, puisque l'on trouve leurs cailloux roulés dans les grès bigarrés de la contrée. En cela, je suis, en partie du moins, appuyé par M. Élie de Beaumont qui n'est nullement disposé à admettre que les mélaphyres vosgiens aient surgi après les dépôts jurassiques. Ces roches ont d'ailleurs le caractère éminemment euritique, si bien indiqué par M. Brongniart, et il m'est parfaitement impossible de confondre ces matériaux compactes, souvent translucides, avec les masses rugueuses et opaques qui constituent les basaltes.

Je soutiens encore que ces mélaphyres sont les produits d'un métamorphisme plus ou moins avancé, tantôt endomorphique, tantôt exomorphique, provenant principalement de la réaction des syénites et des porphyres quartzifères sur les roches siluriennes, dévoniennes et carbonifères. J'en trouve une première preuve dans la position habituellement superficielle de ces mélaphyres. S'ils ne sont pas placés en forme de lambeaux ou de

calottes sur les croupes des roches métamorphisantes, ils leur sont au moins adossés à peu près comme le seraient, à la suite d'un soulèvement, les restes démantelés d'un grès houiller ou d'un calcaire secondaire quelconque.

Une autre preuve de l'état métamorphique de ces masses se déduit de leur hétérogénéité, de leur caractère souvent bréchoïde, de leur tendance à affecter l'état schisteux, et de leur passage à des grès ou à des schistes. Laissant d'ailleurs de côté mes nombreuses observations à ce sujet, je vais rappeler celles de divers autres observateurs que l'on ne sera pas en droit de supposer influencés par mes idées.

En 1828, M. Voltz faisait remarquer que le porphyre brun du terrain de transition des Vosges est accompagné de pséphites, de mimophyres (*trummer-porphyr*) et de roches qui paraissent tenir le milieu entre le porphyre et le grauwacke. La pâte de ces dernières roches est presque compacte; on y voit encore des cristaux de feldspath et beaucoup de grains de quartz..... Plusieurs grunsteins paraissent n'être que le porphyre précédent, ayant une teinte verte due à l'amphibole ou à du mica. D'autres ne sont peut-être que des roches arénacées du terrain de transition dont le grain est tellement fin que leur cassure est presque compacte. Ce grunstein n'a été observé que dans le terrain de transition..... Le porphyre pyroxénique présente pour ainsi dire un passage aux roches fragmentaires à pâte euritique..... A Moosch, on trouve quelques Entroques dans une roche fragmentaire dont le ciment paraît euritique..... Enfin, outre ces aperçus, M. Voltz fit connaître dans le *Jahrbuch* (1834) la tendance des schistes de Framont à prendre l'état euritique au contact des porphyres.

En 1833, M. Thirria établit pour la Haute-Saône un groupe comprenant le porphyre noir, le porphyre-brèche et l'ophite, masses que lient ensemble d'évidents passages. Son porphyre noir est quelquefois fissile, comme s'il avait éprouvé une multitude de fêlures..... Dans le porphyre-brèche, les fragments de pétro-silex se présentent tantôt détachés nettement de la pâte qui les enveloppe, tout en y adhérant très fortement, et tantôt comme fondus avec cette pâte..... Les roches de ce groupe paraissent s'identifier avec le terrain de transition par une sorte de passage aux points de contact et par une apparence d'alternances.

En 1822, M. Élie de Beaumont considérait le terrain de transition qui contient les filons de Framont comme étant composé de grunstein, passant quelquefois au pétro-silex et présentant des cristaux de feldspath. En 1841, le même géologue, complétant ses

premiers aperçus (*Carte géol.*, p. 342, etc.), indique à Schirmeck des eurites verdâtres, avec des grains de quartz hyalin, perçant au travers des schistes, formant même le ciment ou la pâte des roches arénacées, et notamment des poudingues fort remarquables..... Il en est dont la pâte a toute l'apparence d'un pétro-silex quartzifère; cependant en quelques points elle passe à la grauwacke.. .. On voit aussi là des porphyres dioritiques passant à l'état de pâtes pétro-siliceuses, noires ou verdâtres, offrant des cristaux albitiques, et dans ce cas la roche est un porphyre dioritique bien prononcé..... Près d'Urmatt, les roches présentent une tendance à la schistosité..... A Framont, on voit des schistes argileux, endurcis. Les enchevêtrements des roches éruptives et des roches schisteuses, souvent presque compactes, et quelquefois assez difficiles à distinguer des roches éruptives, décidèrent M. Élie de Beaumont à colorier le tout sur la carte comme étant un terrain de transition ancien et indéterminé.

Dans la partie méridionale des Vosges, il regarde les porphyres bruns comme éruptifs; il paraît porté à les assimiler aux porphyres granitoïdes de M. Gruner, ainsi qu'aux porphyres quartzifères du Tyrol..... Ils passent aux pétro-silex par la disparition de l'albite; mais ils passent fréquemment à de simples conglomérats, tantôt grossiers, tantôt à grain plus ou moins fin, et ressemblant à du grès houiller.

En 1858 (*Bull. Soc. géol.*, 18 janv.), M. Delesse déclare n'avoir jamais rencontré à Framont de véritables mélaphyres. Il s'y trouve bien, il est vrai, des roches feldspathisées et pétro-siliceuses qui ont une couleur verte ou noirâtre; mais elles n'ont pas le caractère des mélaphyres. Ce sont essentiellement des roches métamorphiques qui conservent les traces de leur stratification et quelquefois leur structure arénacée. Elles ont été feldspathisées, et il s'y est développé un feldspath du sixième système. On les désigne dans les Vosges sous le nom de grauwacke feldspathique..... M. Delesse en a fait une étude spéciale (*Ann. des mines*, 1858, p. 764), et il a donné notamment la composition de l'une d'elles qui est porphyrique, et qui se montre à Derlingoutte, dans la vallée de Framont. Il est facile de constater par sa composition qu'on ne saurait la considérer comme un mélaphyre..... La couleur du mélaphyre est, comme l'on sait, extrêmement variable; c'est seulement par exception qu'elle passe au noir. Bien que la structure porphyrique y soit fréquente, elle peut aussi disparaître..... Le mélaphyre est tantôt en filons, tantôt en amas ou en couches..... M. Delesse a eu occasion de signaler son passage à une roche sédi-

mentaire bien caractérisée ; en effet, à Ternuay, on voit un beau mélaphyre, bien porphyrique, qui passe à un schiste de transition.

Voilà ce qui a été dit dernièrement par M. Delesse ; mais si je remonte à son mémoire de 1853 (*Ann. des mines*, 5e série, t. III), je vois qu'il appelle grauwacke toute roche sédimentaire, quels que soient sa structure et son âge, dans laquelle il se sera développé des cristaux de feldspath du sixième système. Ce feldspath n'a pas été transporté et déposé par les eaux ; il s'est développé dans la roche elle-même après son dépôt. On conçoit d'après cela qu'*elle doit* présenter à la fois les caractères d'un porphyre et d'une roche stratifiée..... Cette grauwacke varie d'ailleurs quant au grain. Il s'y développe de la hornblende, et dans ce cas elle passe déjà à de véritables porphyres. On y trouve en outre du mica vert analogue à celui de la protogine, du mica blanc, de la chlorite, de l'épidote. ... Elle passe au pétro-silex, à des schistes argileux, métamorphiques, plus ou moins pétro-siliceux et même jaspés, au porphyre brun, notamment à Schirmeck, à Chagey, et ailleurs au porphyre rouge antique dont la composition minéralogique s'applique, à peu de chose près, à la variété de grauwacke dont la structure cristalline est la plus développée..... Si d'ailleurs ces schistes argileux sont souvent restés à l'état normal, c'est que la masse qui les compose étant peu alcaline, elle ne contient généralement pas les bases nécessaires au développement des feldspaths.

Eh bien ! je le demande maintenant, était-ce réellement bien à tort qu'en 1837, embarrassé de trouver un nom convenable pour ces grès feldspathisés, je proposais timidement celui d'arkose que M. Delesse a été amené à remplacer récemment par celui de grauwacke? Et puis, qui ne voit dans les détails qu'il fournit, l'énumération d'une bonne partie des diverses modifications pétro-siliceuses, jaspiques, amphiboliques, micacées, épidoteuses, porphyroïdes des roches lyonnaises, y compris l'indication de l'état métamorphique des porphyres bruns vosgiens que j'ai annoncé le premier en 1846? Je puis d'ailleurs mettre en évidence, à l'occasion de la résistance de certains schistes argileux, une cause parfaitement indépendante de la présence des alcalis. Elle consiste dans l'infusibilité qui leur est assez souvent communiquée par la dissémination du carbone entre leurs parties constituantes. Ce mélange doit jouer le même rôle que le graphite dans les terres réfractaires avec lesquelles on confectionne les creusets d'Ips ou de Passau.

*Allant* plus loin, je dis que M. Delesse a vu en grande partie ce qu'ont vu à Framont tous les géologues, c'est-à-dire une

extrême confusion. J'ajoute en sus, d'après mes propres observations (*Bull. Soc. géol.*, 1846), qu'il n'y a pas là seulement les roches désignées dans les Vosges sous le nom de grauwacke feldspathique; on y peut rencontrer aussi des porphyres noirs d'une extrême compacité, à gros cristaux feldspathiques, comme à Belfahy, et j'en possède un échantillon dont je suis redevable à l'amitié de M. Voltz. Indépendamment de cette roche très développée, j'ai vu dans la localité des masses noires, porphyroïdes, dont il serait impossible de discerner les vestiges de la schistosité primitive, si les agents atmosphériques n'avaient pas en quelque sorte subtilement disséqué la roche de manière à mettre cette texture en évidence. Donc l'analyse de la grauwacke feldspathique ne représente que la composition d'un cas particulier qui ne suffit en aucune façon pour porter à réduire au néant ce que tous les observateurs se sont accordés, malgré les variations, à considérer comme constituant les mélaphyres pris dans l'acception géologique du mot, acception qu'il importe de ne pas confondre avec le caractère pétralogique d'un seul ou même de plusieurs individus.

Prenons d'ailleurs, en passant, bonne note de ce qu'a dit M. Delesse au sujet du passage des grauwackes au porphyre brun et même au porphyre rouge antique. C'est un immense pas en faveur d'un rapprochement entre nos idées, puisqu'en 1846 j'énonçais déjà l'état métamorphique des porphyres bruns du sud des Vosges, jusqu'alors considérés comme étant décidément éruptifs.

En dernière analyse, d'éminents géologues s'accordent pour établir que rien n'est plus complexe que ces masses cristallines ou pierreuses, homogènes ou bréchoïdes, euritiques et jaspisées; et cela se conçoit parfaitement, si l'on considère qu'elles sont fort souvent les produits des effets variés de la caléfaction, du ramollissement, de ceux de la fusion, non pas seulement d'une seule couche, mais encore des débris de plusieurs assises hétérogènes, tantôt schisteuses, tantôt sablo-argileuses, appartenant aux terrains de transition transpercés, morcelés, et plus ou moins imbibés de la substance des émissions syénitiques ou porphyriques.

Leurs passages à des roches schisteuses, à des grès, leurs relations accidentelles avec les roches éruptives normales, expliquent le reste. Il arrive encore que là où un porphyre quartzifère, par exemple, a pu se charger des éléments de la masse schisteuse traversée, il est devenu noir, brun ou vert, en conservant plus ou moins sa forme filonienne. J'ai signalé ailleurs, comme se trouvant dans la vallée de l'Azergues, près de Ternand, un de ces

filons de porphyre dont le tronc a conservé ses caractères spécifiques, mais dont les menues branches, étant surchargées de la matière étrangère des parois, ont pris par endomorphisme la couleur noire.

Leurs couleurs varient du noir au vert plus ou moins clair au gris blanc, au rouge, selon l'abondance ou la rareté du fer, selon le degré d'oxydation, selon l'impureté du composé sédimentaire, et selon la quantité locale de la roche plutonique injectée. D'ailleurs ce noir n'est souvent qu'un vert très foncé, ainsi que le faisait déjà remarquer M. de Buch en 1827.

Mais au milieu de toutes ces complications, domine une physionomie euritique générale, une cristallisation feldspathique passablement développée, une teinte habituellement foncée, et cette réunion de caractères a été adoptée par les géologues pour établir leur groupe des mélaphyres, y compris les ophites, les porphyres bruns, ainsi que les autres accidents pétralogiques de l'ensemble. C'est du moins ce qui résulte clairement des extraits précédents, et c'est dans ce sens que j'ai raisonné, tout en remplaçant l'essence éruptive par la qualité métamorphique.

Observons d'ailleurs que tout ce qui a été dit par M. de Buch, au sujet des porphyres pyroxéniques passant au travers des porphyres quarzifères et du granit de Baveno dans la vallée de Brinzio, aussi bien que sur la partie riveraine comprise entre Melide et Morcote, n'est nullement évident. Selon moi, la disposition contraire est fréquente, manifeste, et il en est de même partout ailleurs, à l'exception des gîtes où le mélaphyre est simplement couché ou adossé contre les porphyres dont il est le produit par réaction. Toutefois, pour qu'on n'aille pas supposer qu'en ce moment je parle d'après des théories de ma façon, je juge à propos de renvoyer le lecteur aux observations de M. Studer qui, bien que partisan des théories de M. de Buch au sujet de la dolomisation, n'en a pas moins combattu ses énoncés au sujet du passage des mélaphyres au travers des porphyres rouges de Morcote. L'inverse ayant lieu, le savant professeur de Berne dut se ranger du côté de la vérité qu'en définitive nous cherchons tous, M. Delesse, mes autres honorables adversaires scientifiques aussi bien que moi.

### 5° *Associations de certains Spilites avec les Mélaphyres.*

Il ne me reste plus qu'à insister sur les roches connues sous le nom de spilites, et cela pour lever certaines difficultés aussi peu fondées que les précédentes, mais qui ne s'en trouvent pas moins

reproduites dans divers mémoires. Pour éviter d'ailleurs toute ambiguïté, je commence par déclarer qu'il ne sera question ici que des spilites de la période porphyrique ancienne et nullement des spilites du Drac qui sont tout autre chose, ainsi que l'on a dû le comprendre à la lecture de ma notice sur ceux d'Aspres-les-Corps (*Bull. Soc. géol.*, 18 mai 1857).

Ceci posé, je rappelle immédiatement que les géologues qui ont étudié les mélaphyres ont pu voir qu'ils affectent souvent l'état particulier indiqué par la dénomination de spilite. M. Voltz, par exemple, fait remarquer que le porphyre pyroxénique est quelquefois amygdaloïde et que ses veinules sont vides, ou enduites d'une légère couche de matière chloriteuse, ou remplies de spath calcaire et plus rarement de quartz. En cela M. Voltz a donc parfaitement reconnu l'association des deux roches.

D'après M. Thirria, le spilite prend quelquefois une pâte porphyrique, de manière à ressembler à un porphyre noir. En général cette pâte est une cornéenne compacte et les noyaux consistent en spath calcaire. Il arrive que beaucoup de vacuoles sont vides et qu'alors la masse possède l'apparence boursouflée d'une roche volcanique. Le spilite est évidemment contemporain du porphyre-brèche et de l'ophite. J'ajoute pour ma part qu'évidemment encore l'identité géologique des spilites et des mélaphyres ne saurait être mieux exprimée que par les détails précédents de M. Thirria.

M. Élie de Beaumont place au rang des mélaphyres plus ou moins noirs, verts ou bruns, les roches de Rimbach, de Bitschwiller, de Horben, de Giromagny, de la Haute-Saône, en indiquant également leurs passages aux spilites, par la surcharge en globules calcaires, en cellules quartzifères, en matière verte chloriteuse. Ces passages ont lieu sur de grandes étendues, à Servance, à Fresse, à Belongchamps, à Esmoullières, à Faucogney, où se trouve aussi le mélaphyre ordinaire. Ce spilite, ajoute l'illustre géologue, n'est qu'une modification du mélaphyre auquel il se lie par des passages insensibles, prenant quelquefois un aspect bréchoïde. Ces mêmes spilites offrent de grands rapports avec les roches des environs d'Oberstein.

Or ce sont précisément les mêmes relations, les mêmes caractères normaux, la même hétérogénéité de détail, indiqués par les savants explorateurs des Vosges, qui m'ont conduit, à la suite d'une excursion, faite en 1840, à conclure que les roches d'Oberstein sont principalement des produits métamorphiques provenant de l'action exercée par les porphyres quartzifères sur les couches

d'un terrain antérieur au grès rouge et qui ne peut être que le houiller ou le carbonifère (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*, t. IV, 1re série, p. 523, 1841 ; et tom. X, 1re série, p. 564, 1847).

En cela je me basai sur les indices conservés de la stratification et sur les empâtements de débris modifiés ou non. En effet, je vois M. Delesse déclarer, d'une manière positive, que les mélaphyres, qui jouent un rôle si important dans la géologie du Palatinat, contiennent, à Oberstein, des fragments de calcaire carbonifère. J'ajoute qu'ils renferment bien d'autres débris de roches, et même des lambeaux de schistes suffisamment intacts pour avoir conservé des empreintes végétales, d'après quelques observations plus récentes de M. Jourdan. L'eau, certains bitumes, l'A. carbonique, ont contribué à l'œuvre, en faisant naître les boursouflures qui, servant de réceptacles aux produits de la ségrégation, ont permis le développement des amygdales et des géodes, tant calcaires que siliceuses, y compris celui de tous les minéraux accessoires. Enfin les tassements des masses molles ont complété l'opération en effectuant l'étirement de ces noyaux surfondus, de manière à leur donner çà et là cette fausse apparence filonienne qui a pu séduire quelques observateurs. Étant d'ailleurs déjà revenu à plusieurs reprises sur ces phénomènes, je crois devoir arrêter ici mes détails, quitte à développer plus amplement, par la suite, les parties qui pourront encore présenter quelques ambiguïtés. Il me suffira pour cela de faire des extraits des carnets où sont consignées mes observations quotidiennes ; et dans tous les cas on comprendra que des études suivies pendant une trentaine d'années, avec la plus imperturbable persévérance, depuis le Palatinat jusque dans le Languedoc, depuis l'Auvergne jusqu'en Toscane, pourront me prêter d'amples matériaux pour les répliques, toutes les fois que les objections paraîtront valoir la peine d'une discussion.

### 6° *Récapitulation, généralisations et observations diverses.*

*A*. Je persiste à demander l'exclusion du mot *trapp*, parce qu'il est *inutile*, parce qu'il laisse un vague dont on profite pour se débarrasser d'études parfois difficiles, et parce qu'en définitive il ne dit rien. M. Delesse, de son côté, a déclaré, en 1847, que cette expression est en quelque sorte négative et qu'on doit plutôt la considérer comme un aveu d'ignorance que comme une véritable qualification. Quant à moi, qui ne comprends pas en quoi il peut y avoir de la honte dans l'aveu de notre impuissance devant certains problèmes de la nature, j'admets qu'il est préfé-

rable de recourir à une périphrase explicative, en restant dans le doute, que d'énoncer un mot qui semble trancher une question.

*B*. Sous le nom de mélaphyres, on a confondu deux choses, savoir : diverses variétés de roches basaltiques et les mélaphyres proprement dits.

Dans les Alpes orientales, les premières sont concentrées dans quelques recoins, tels que les vallées de Fassa, le Vicentin, le Véronèse. Elles ont été distinguées, avant moi, par divers observateurs : MM. Brocchi, Brongniart et le prince de Borromée. Ce sont des roches volcaniques dans l'acception la plus claire de ce terme.

Les mélaphyres ont été assez nettement spécifiés par M. Brongniart, dont j'ai adopté les définitions de préférence à celles de tous les autres pétralogistes plus récents, parce qu'il n'a pas été influencé comme ceux-ci par une première confusion de M. de Buch. D'ailleurs le nom de mélaphyre offre l'avantage d'une consonnance avec les mots porphyres, prasophyres, argilophyres, qui s'appliquent à des roches généralement de la même époque, tandis qu'un mélaphyre de l'époque basaltique est pour ainsi dire un contre-sens. Il faut remarquer en outre que les indications de M. Brongniart s'accordent amplement avec ce qu'ont dit d'autres excellents observateurs, MM. Élie de Beaumont, Thirria et Voltz, qui n'ont jamais rangé leurs mélaphyres parmi les laves. Bien plus, M. Lamanon, qui primitivement les avait assimilés aux produits volcaniques, a ensuite rétracté son erreur. M. de Buch, de son côté, a parfaitement reconnu que les porphyres pyroxéniques de Brinzio, du Val-Gana, de Melide, ne sont pas des basaltes. Enfin, M. Élie de Beaumont n'admet point que les mélaphyres soient des roches récentes. Il me semble donc que c'en est assez pour me confirmer dans ma manière d'envisager les faits.

*C*. Nonobstant certains caractères communs, parfaitement indiqués par M. Brongniart, l'ensemble des mélaphyres n'en présente pas moins une extrême complication qui tend à déjouer les efforts de l'analyse chimique. Autant celle-ci me semble utile quand il s'agit de déterminer la composition de certaines roches éruptives, normales, autant elle me paraît dangereuse quand on veut partir de quelques roches typales pour caractériser un ensemble métamorphique. Le mélaphyre de Belfahy ne donne pas plus que la grauwacke feldspathique des environs de Framont une idée chimique du système mélaphyrique dans lequel domine une extrême complication, provenant de toutes les modifications qui peuvent résulter de la dissémination, de la réaction et de la diffu-

sion plus ou moins parfaites des parties provenant des roches sédimentaires et des roches éruptives ou réciproquement. Il ne reste donc ici que le coup d'œil exercé du géologue qui ne confondra pas des masses chez lesquelles domine le caractère euritique avec l'état plus rugueux des masses basaltiques. L'explorateur du terrain, se laissant d'ailleurs guider par les relations de rencontre, verra bientôt les superpositions du mélaphyre sur les roches éruptives; il reconnaîtra les filons de celle-ci, semés au travers des couches plus ou moins modifiées des dépôts sédimentaires, et d'associations en associations, il arrivera, par degrés, des mélaphyres compactes et les mieux cristallisés, aux roches bulleuses, vacuolaires, géodiques, dont celles d'Oberstein sont un type, type du reste aussi variable que les extrêmes opposés désignés sous les noms de porphyre noir, de porphyre brun, d'argilophyre, de prasophyre, d'ophite, etc., etc., suivant les circonstances.

*D.* Dans ces modifications, je ne vois que la reproduction, sous une forme particulière, des imbibitions et autres changements survenus entre les granits anciens et les micaschistes. La différence ne tient qu'à la nature des masses qui se sont trouvées mises en contact par suite des diverses révolutions du globe, et en cela, mes recherches sur les mélaphyres n'ont été que la conséquence, que la généralisation de mes observations antérieures ou concomitantes faites sur les masses modifiées par les granits dont j'ai fait l'étude non-seulement en Auvergne, mais encore dans toute l'étendue de nos montagnes occidentales, depuis le canal du Centre jusqu'au Tanargue (*Bull. Soc. géol.*, 9 sept. 1854, et *Ann. des conduct. des ponts et chaussées*, 1858). Les Alpes m'ont d'ailleurs offert des résultats du même ordre, non-seulement quant aux granits anciens, mais encore à l'égard des protogines qui ont produit d'autres magmas endomorphiques et exomorphiques non moins complexes que les précédents. Le contact des roches serpentineuses peut encore exhiber des réactions similaires. La Toscane, l'île d'Elbe, les Alpes, quelques parties des Vosges et du Lyonnais en fournissent des exemples, de façon qu'on arrive à conclure que les roches éruptives normales ne sont pas aussi abondantes qu'on le suppose d'ordinaire.

*E.* Ces modifications sont en grande partie les produits de la pénétration par voie de capillarité, par voie d'injection des masses fondues dans les couches poreuses et exfoliables des terrains sédimentaires qu'elles ont ramollies, et au sein desquelles elles se sont solidifiées en cristallisant de diverses manières. J'en ai donné la preuve dès le début de mes études, en mentionnant en outre les

actions de calcination, de cuisson, de ramollissement, de fusion, de cristallisations feldspathiques et autres, produites indépendamment de l'imbibition ou accompagnant les infiltrations précédentes. Celles-ci n'ont acquis une certaine prédominance qu'autant que les assises sédimentaires ont été imperméables, et encore leur trituration, effectuée par la violence de l'injection, les a souvent amenées au degré de division suffisant pour que leurs débris aient pu subir des métamorphismes analogues à ceux des parties poreuses ou exfoliables. D'ailleurs, leurs fragments, trop volumineux ou trop réfractaires pour subir la fusion complète, sont demeurés à l'état de brèches disséminées au milieu des autres produits. Enfin, de son côté, la roche qui a joué le rôle de fondant s'étant chargée des parties dissoutes de la roche qu'elle attaquait, a donné lieu aux phénomènes d'endomorphisme qui sont le complément naturel de cet ensemble de réactions chimiques. Au surplus, M. Delesse ayant promis de fournir de nouveaux documents à l'appui de la théorie de l'imbibition, rendra un véritable service, en lui donnant toute la force qui peut résulter de son autorité (*Bull. Soc. géol.*, 18 janvier 1858, page 295).

*F.* En reportant actuellement mon attention sur le métamorphisme dit *normal*, je dois avouer qu'il me paraît en somme assez restreint. En d'autres termes, il se trouve étrangement compliqué de tous les effets résultant du contact. Sans doute les micaschistes types peuvent hypothétiquement être considérés comme étant des roches modifiées en masse ; cependant, à l'égard de la formation de leur uniforme pellicule, les données sont encore en dehors des ressources de la géologie. Par contre les changements locaux de leur physionomie, les conversions en gneiss plus ou moins granitoïdes, les sursaturations par les imbibitions feldspathiques et siliceuses, s'expliquent facilement, quand on voit ces accidents placés auprès des granits.

Une autre grande pellicule constitue l'ensemble des schistes chloriteux. De mes observations, je crois pouvoir me hasarder à conclure qu'une de leurs principales nappes, plus ou moins morcelée, se prolonge du Lyonnais jusque vers les Alpes tyroliennes, en traversant les Alpes occidentales, où elle subit le changement qui constitue les prétendus schistes talqueux des géologues dauphinois. C'est assez faire pressentir l'existence d'une foule d'autres modifications plus restreintes, et celles-ci se dessinent de la manière la plus nette dans les vallées de l'Azergues et de la Brevenne, toujours là où les couches sont traversées par les granits, par les syénites et par les porphyres. Il en résulte, çà et là, des conver-

sions en schistes chloriteux feldspathiques, en schistes amphiboliques, en schistes présentant des lamelles de mica, de graphite, des cristaux de grenat, des veinules de feldspath, d'épidote, d'idocrase, avec des lentilles quartzeuses. Mais aussi, dans le Lyonnais comme dans les Alpes, on voit assez souvent ces mêmes roches présenter l'aspect simplement ardoisier. J'en ai conclu que l'ensemble chloriteux est un produit du schiste argileux ancien, soumis à l'influence des roches éruptives susmentionnées, et, dans cette manière de voir, on est encore une fois ramené à accorder aux actions de contact la prééminence sur les effets dits normaux.

Poursuivant d'ailleurs mes études à cet égard, j'ai examiné les effets subis sous l'influence d'actions calorifiques moins intenses, et en cela l'étude des bitumes contenus dans les roches, et de celle de leurs altérations par carbonisation, pouvait m'être de quelque secours. En partant de cette idée, je suis arrivé à mettre en évidence la dissémination intime d'un matière noire, anthraciteuse, dans les roches alpines les plus rapprochées des centres d'action plutonique. A des distances plus grandes, ce carbone se trouvant remplacé par des huiles pétroléennes ou autres produits de ce genre, j'ai pu admettre, sans trop me lancer dans la voie des conjectures, que les roches dont elles modifient la couleur n'ont éprouvé aucun effet notable de la part du calorique.

Un autre effet faible se traduit par une sorte de *dégourdi* que paraissent avoir éprouvé celles d'entre les marnes jurassiques alpines qui ont passé à l'état ardoisier. J'en ai également tiré parti pour la question qui m'occupe en ce moment.

Si donc je récapitule la somme des aperçus auxquels j'ai été conduit successivement par ces recherches de laboratoire combinées avec les observations faites sur le terrain, j'arrive à conclure que le système stratigraphique des Alpes occidentales en particulier se compose des éléments suivants :

1° Micaschistes souvent très feldspathiques, passant même à l'état plus ou moins granitoïde, et formant alors une partie des granites de de Saussure.

2° Schistes chloriteux également très modifiés, passant à l'état de schistes amphiboliques, etc., etc.

3° Terrain houiller dont les schistes sont souvent cuits de manière à passer à l'état de pétrosilex de de Saussure. Cascade de Pissevache.

4° Terrain triasique dont les parties inférieures surtout sont parfois fortement endurcies au point de paraître fondues.

5° Lias et schistes liasiques cuits. Leur bitume a été réduit à l'état de carbone pulvérulent; leurs Bélemnites ont cristallisé de façon à perdre leur cassure rayonnée.

6° Enfin, étage oxfordien plus habituellement intact ou à peu près intact, surtout vers la lisière de la chaîne, et offrant par conséquent des bitumes ou des huiles.

Cet arrangement est d'ailleurs confirmé par les phénomènes filoniens; car les éruptions de fer spathique, de spath calcaire dolomitique, de fer oligiste, d'albite, de pyrites ferrugineuses ou cuivreuses, de titane rutile, pénètrent jusque dans le lias. Encore n'ai-je pas l'idée d'exclure, d'une manière absolue, les filons du sein des masses oxfordiennes; car étant souvent associés aux serpentines, roches récentes, il arrive qu'ils se sont injectés avec elles jusqu'à leur niveau. Je ne mentionne en ceci que l'arrangement général indiqué par les grandes masses, quitte à abandonner les menus détails à ceux que leur goût pourra diriger vers ce genre d'études.

Quant aux Alpes orientales, indépendamment des effets du granite, les phénomènes se compliquent d'abord des éruptions porphyriques qui ont façonné les mélaphyres ordinaires. Viennent ensuite celles des syénites hypersthéniques qui ont également produit des mélaphyres distincts des précédents, et dont j'ai dit quelques mots parmi les autres questions traitées à l'occasion de mon excursion dans le Tyrol (*Bull. de la Soc. géol.*, 1845). Enfin, on rencontre les basaltes dont l'influence, extrêmement peu prononcée, ne se traduit généralement que par des modifications de contact immédiat.

*G*. Je ne terminerai pas sans avoir fait remarquer que M. de Buch, frappé de la continuité des porphyres noirs le long des Alpes et des montagnes en général, *là où leur pente s'abaisse vers le pays plat*, n'hésite pas à déclarer qu'ils ne sont pas des laves. « Un volcan, dit-il, n'exerce son influence que sur un espace limité et du centre à la circonférence; les mélaphyres au contraire se touchent et reparaissent partout au pied des Alpes, par l'effet d'un soulèvement de toute la chaîne et d'une déjection produite au travers d'une immense fente; ce sont eux qui ont soulevé les montagnes. »

Dans ma manière de voir, il faut admettre que les mélaphyres n'occupent pas le centre des chaînes, parce que sur les parties faibles de l'écorce terrestre il s'est d'abord formé des îles aux dépens de la croûte primordiale du mica-gneiss, soulevée et remaniée par les granites. Autour de ces saillies, les mers de transition

déposèrent leurs sédiments; puis les porphyres quartzifères, forcés à s'épancher par les mêmes plages et ne pouvant point transpercer les masses compactes des granites, jaillirent autour de leur base; mais sur cette périphérie s'étendaient déjà les lisières siluriennes et carbonifères. Elles furent donc attaquées, brisées, de même que la nappe ancienne avait été bouleversée par les éruptions de son temps, et, la différence chimique des matériaux faisant le reste, l'enceinte mélaphyrique se trouva constituée. Cette explication, on le voit, est bien plus un complément qu'un renversement de la grande idée de M. de Buch. J'espère donc qu'à ce titre ses nombreux partisans et amis ne la rejetteront pas sans examen, et pour ma part je m'estimerais heureux, s'il m'était accordé d'avoir pu de cette manière établir que, loin de chercher les occasions de renverser les énoncés des autres, je m'efforce au contraire d'en régulariser la portée. Les idées nouvelles ne sont pas toujours complètes. L'histoire de la science, montrant chaque siècle amoncelant ses matériaux pour achever l'œuvre d'un génie inventif, en donne suffisamment la preuve. Espérons d'ailleurs que M. Delesse saisira l'occasion qui s'offre à lui d'apporter son contingent, en disposant sa théorie des variations de la quantité de silice depuis le centre jusqu'à la périphérie des massifs vosgiens, de manière à la faire concorder avec les aperçus précédents.

Il me reste à témoigner à M. Delesse la satisfaction que me font éprouver ses efforts pour l'amélioration et la propagation de la partie saine des théories proposées au sujet du métamorphisme. J'espère d'ailleurs que, grâce à la concordance de ses vues avec les miennes, nous nous serons bientôt entendus à l'égard de ceux de mes énoncés anciens qui pourraient lui sembler encore douteux, et, en tous cas, je suis prêt à entrer dans les détails sur les gisements vosgiens qui lui paraissent encore offrir quelques difficultés au sujet de ma manière d'envisager les faits. Une solution définitive du problème des mélaphyres est même d'autant plus urgente qu'il est également à l'ordre du jour en Allemagne, ainsi qu'on pourra s'en assurer, par exemple, dans le *Journal de MM. Giebel et Heintz* (mai 1858). A part ces difficultés, la principale impression de regret que laisse la lecture de la nombreuse collection de détails réunis dans les *Annales des mines*, 1857, provient de la rareté des données historiques, et surtout des dates relatives aux diverses propositions émises jusqu'à ce jour. Ces indications auraient dignement complété son travail, en mettant en évidence les progrès successifs de cette branche de la science et en faisant connaître la part de chacun à l'égard des idées qui ont été réellement

profitables à la géologie. Espérons que cette lacune sera un jour comblée.

---

## *Séance du 24 janvier* 1859.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. Laugel, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de sir Roderick I. Murchison, *Siluria*, in-8, 3th edon, 592 p., 4 pl., 1 carte. Londres, 1859; chez John Murray.

De la part de M. R.-W. Mylne, *Geological map of London and its environs*, 1 f. colombier, 1858.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1859, 1er semestre, t. XLVIII, n° 5.

*L'Institut*, n° 1307, 1859.

*Société imp. d'agriculture, etc., de l'arrondissement de Valenciennes. — Revue agricole*, Xe année, n° 4, octobre 1858.

*Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, t. VI, n° 3.

*Société vaudoise des sciences naturelles. — Catalogue de la bibliothèque*, in-8, 32 p., 1858.

*The Athenæum*, n° 1630, 1859.

*Revista minera*, t. X, n° 208, 15 janvier 1859.

A propos de la présentation de la 3e édition du *Siluria*, dédiée par sir Roderick Murchison à MM. de Verneuil, de Keyserling et Barrande, M. d'Archiac, à la demande de M. le Président, promet de présenter dans une séance prochaine un aperçu général des principaux changements que le géologue anglais a introduits dans cette nouvelle édition de son grand ouvrage.

M. Angelot présente à la Société un échantillon provenant d'une pierre météorique tombée à Clarac le 9 décembre 1858.

M. Viquesnel annonce que la Société météorologique a reçu un morceau de pierre météorique tombée à Aussun. Il exprime le vœu que M. Damour veuille bien en faire l'analyse, puisqu'il a déjà entrepris celle de la pierre météorique de Clarac.

M. Deville annonce que la nouvelle de prétendus phénomènes volcaniques dans la rade de Livourne, récemment annoncés, est entièrement erronée ; des renseignements reçus de cette ville la démentent formellement.

*Le Secrétaire* donne lecture de la note suivante de M. Émile Goubert, relative à la découverte d'un phoque annoncée par M. Gratiolet dans une séance antérieure de la Société :

Dans la séance de la Société du 21 juin 1858, M. Gratiolet annonçait la découverte, dans un puits percé, selon toute apparence, dans le diluvium à Montrouge, d'un phoque qu'il dédia à M. Lartet, sous le nom d'*Odobenotherium Lartetianum.*

La présence de phoques dans les dépôts post-tertiaires n'a pas été souvent signalée par les auteurs. Aussi serait-il peut-être utile de s'assurer si le phoque de M. Gratiolet n'appartiendrait pas au même genre que celui dont MM. Logan et Sterry-Hunt ont trouvé le squelette, à côté des débris d'un cétacé encore anonyme, dans les argiles de Montréal, qui correspondent au gravier stratifié à *Elephas primigenius* du lac Ontario.

Dans son *Esquisse géologique du Canada*, publiée en 1855, à l'occasion de l'Exposition universelle, M. Logan dit, à la page 70, « une espèce de phoque, » et j'ai eu moi-même occasion d'apprendre du géologue canadien que ce phoque n'avait pas encore été signalé dans les terrains quaternaires.

*M. Meugy* lit la note suivante où il défend la nomenclature de M. Dumont, qu'il a adoptée lui-même pour la Carte géologique du Nord.

A propos de l'envoi d'échantillons faits à la Société par M. Lambert, ingénieur à Mons, on a attaqué assez vivement la nomenclature adoptée par M. Dumont pour la légende de la carte géologique de Belgique. Si je reviens aujourd'hui sur ce sujet, ce n'est certes pas pour défendre la mémoire, à l'abri de toute atteinte, de notre éminent et bien regrettable confrère, mais pour me justifier moi-même aux yeux de la Société d'avoir emprunté cette nomen-

clature pour la plupart des terrains qui recouvrent le département du Nord.

A part le terrain dévonien et le terrain houiller, qui n'affleurent que sur de petites étendues, ce sont les terrains crétacé et tertiaire qui donnent au sol ses caractères principaux.

Mais ces terrains, qui offrent en France une succession non interrompue d'assises bien déterminées, ne se continuent point dans le Nord ni dans la Belgique avec la même régularité.

C'est surtout par les différences que présente la série des étages tertiaires que le nord de la France et la Belgique se distinguent du bassin de Paris.

Ainsi, l'argile de Londres, très développée dans les Flandres, n'existe pas dans les environs de Paris, pas plus que les sables ferrugineux à gros grains du système diestien, dont les buttes des environs de Cassel, dans l'arrondissement d'Hazebrouck, ne portent que des lambeaux, mais qui prend un grand développement en Belgique, et se fait remarquer par la stratification transgressive si prononcée qu'il présente avec les étages antérieurs.

Or, doit-on blâmer M. Dumont d'avoir choisi, pour désigner ce terrain, la localité où il a le plus d'importance, quand surtout il n'a pas été reconnu ailleurs jusqu'à présent?

Puisqu'on dit bien : *calcaire de Givet*, *calcaire de Visé*, *argile de Londres*, pourquoi ne dirait-on pas : *sable de Diest?*

Si tous les terrains connus en France et désignés par des noms admis dans la science s'étaient prolongés sur le territoire belge avec les mêmes caractères, on aurait pu sans doute trouver extraordinaire que l'on cherchât à créer de nouveaux noms, puisque alors il n'y aurait eu pour cela aucun motif. Mais c'est précisément parce que les terrains de la Belgique ne se raccordent pas parfaitement avec ceux de la France, que M. Dumont a cru devoir adopter pour sa nomenclature des noms particuliers au pays dont il faisait la carte géologique; et je crois qu'il a eu raison. Car ces noms, quelque barbares et indigestes qu'ils puissent paraître au premier abord, n'en sont pas moins des noms de localités, et ont par conséquent le grand avantage d'être indépendants des progrès de la science et de pouvoir être indéfiniment conservés, sauf à être englobés plus tard dans des divisions plus générales, applicables à tout un continent.

M. d'Omalius d'Halloy, notre illustre et vénérable collègue, nous a dit qu'il n'avait aucune objection à faire au classement des diverses couches reconnues en Belgique par Dumont, et c'est là un point bien essentiel. Car dès qu'on ne s'est pas trompé dans

l'ordre de superposition de ces couches entre elles, il ne reste plus qu'à établir le synchronisme de leur formation avec celles des autres pays.

C'est là, il est vrai, que naissent les difficultés et que les paléontologistes et les géologues stratigraphes ont à discuter et à se mettre d'accord. Mais jusqu'à ce que ce but soit atteint, c'est-à-dire jusqu'à ce que la science soit complète et que les déductions tirées des faits observés soient reconnues et adoptées par tout le monde, rien n'est plus prudent, ce me semble, que de donner, à titre provisoire si l'on veut, des noms de lieux à des couches ou ensembles de couches, sauf à les réunir plus tard ou à les fondre, s'il y a lieu, dans une nomenclature universelle. Ces noms de lieux valent infiniment mieux, à mon avis, que des noms scientifiques qui sont susceptibles d'être modifiés à chaque instant parce qu'ils sont subordonnés aux progrès de la science.

Rien n'est plus difficile que de paralléliser les formations de deux contrées différentes et éloignées l'une de l'autre. Il y a certains cas où cela est presque impossible quand les caractères minéralogiques et paléontologiques font défaut, et qu'on ne peut avoir recours au guide si précieux fourni par la continuité des assises et leur direction.

C'est alors que l'admirable conception des soulèvements peut venir en aide au géologue; mais c'est sa dernière ressource, et souvent il devra se borner à synchroniser des formations entières, sans pouvoir parvenir à subdiviser les horizons.

En définitive, le parallélisme établi par M. Dumont entre les terrains de Belgique et ceux des contrées limitrophes me paraît être le seul point sujet à discussion.

Pour ce qui concerne le terrain crétacé, mon opinion concorde en tous points avec celle de l'auteur de la carte géologique de Belgique, et je n'ai point ici à répéter les considérations sur lesquelles je m'appuie, et qui sont développées tout au long dans ma thèse pour le doctorat, publiée en 1855.

Mon intention n'est pas non plus d'entrer en lice et de combattre les conséquences que les paléontologistes ont cru pouvoir tirer de leurs observations.

Je me contenterai simplement ici de mettre en regard les deux séries de couches qui constituent le terrain crétacé : 1° dans le département du Nord et dans la Belgique ; 2° dans les pays voisins, au point de vue surtout de la superposition et des caractères minéralogiques.

| | DÉPARTEMENT DU NORD ET BELGIQUE. | FRANCE (BASSIN DE PARIS). |
|---|---|---|
| SÉNONIEN. | Craie blanche, avec glauconie et nodules phosphatés à la partie inférieure. | Craie blanche. |
| NERVIEN. | Craie marneuse, avec nombreux lits de silex (*rabot* de Mons, *cornus* de Valenciennes).<br>Marnes crayeuses, plus ou moins grisâtres, avec sable glauconieux et nodules phosphatés verts, à la partie inférieure (*tourtia nervien*). | Marnes de la craie, avec glauconie à la partie inférieure. (Monthois près Vouziers, cap la Hève, etc.). |
| HERVIEN. | Grès vert (*meule* de Mons) (55 p. 100 de silice gélatineuse, soluble dans la potasse liquide).<br>Argile du gault, un peu calcarifère. (Environs de Vouziers, Wissant.)<br>Argile d'un vert foncé, avec sables de même couleur, renfermant beaucoup de coquilles (*Ostrea vesicularis* et *carinata*, *Pecten*, etc.).<br>Minerais de fer en grains.<br>Argile marneuse, tendre, toute parsemée de grains verts.<br>Roche à pâte argilo-calcaire blanchâtre, avec sable vert, limonite, nodules phosphatés et grès roulés. (Cette roche prend divers aspects suivant que domine le calcaire, le sable ou la limonite.) (Nombreux fossiles, dont une grande quantité de polypiers, beaucoup d'*Ostrea carinata*, des *Cardium*, des Ammonites, etc.) (*Tourtia hervien*.) | *Gaize* de Vouziers, passant à un sable verdâtre à sa partie supérieure. (56 p. 100 de silice soluble dans la potasse.)<br>Sables verts inférieurs, argileux, avec minerais de fer en grains et nodules phosphatés verts (Grand Pré), ou grès vert inférieur de Wissant. |
| AACHÉNIEN. | Alternances de sables fins, à lignites, de sables jaunes, quartzeux, à gros grains, et de gluises grises, avec débris de végétaux fossiles et minerais de fer géodiques. (*Torrent d'Ansin*, Hautrage, Glageon, Aix la-Chapelle, etc.) | Sables et grès ferrugineux faisant suite à ceux d'Hastings (Boulonnais); mêmes sables, inférieurs au calcaire néocomien de la Haute-Marne. |

Voici l'ordre exact dans lequel les couches se succèdent. Maintenant, la Société pourra apprécier avec connaissance de cause si, comme le disait M. Triger dans la dernière séance, on doit faire rentrer toute la première série dans le groupe de la craie, ou bien si la craie doit seulement commencer à la marne glauconieuse, semblable à celle du cap la Hève, qui est représentée partout dans le Nord au-dessus du tourtia hervien.

Pour répondre au désir de plusieurs membres de la Société, M. Gosselet cite les principaux fossiles qu'il a rencontrés dans les couches indiquées par M. Meugy :

| | Classification de Dumont, adoptée par M. Meugy. | Fossiles recueillis par M. Gosselet dans les environs de Mons et dans le département du Nord (1). | |
|---|---|---|---|
| Sénonien. | Craie blanche avec glauconie et nodules phosphatés à la partie inférieure. | | |
| Nervien. | Craie marneuse, avec nombreux lits de silex (rabot de Mons [a], cornus de Valenciennes). | *Terebratula obesa*, Sow.<br>*Micraster Leskei* (Desm., sp.), d'Orb. | Craie marneuse. |
| | Marnes crayeuses, plus ou moins grisâtres, avec sables glauconieux et nodules phosphatés, verts, à la partie inférieure (*tourtia nervien*). | *Ptycodus mamillaris*, Ag.<br>*Ottodus appendiculatus*, Ag.<br>*Serpula amphisbana*, Goldf.<br>*Belemnitella vera*, d'Orb. (*Belemnites planus*. Bl.).<br>*Spondylus spinosus*, Desh.<br>*Ostrea diluviana*, L.<br>— *lateralis*, Nils. | |
| Hervien. | Grès vert (meule [b] de Mons). | | |
| | Argile d'un vert foncé, avec sables de même couleur, renfermant beaucoup de coquilles (*Ostrea vesicularis* et *carinata*, *Pecten*, etc.). | On trouve dans ces quatre couches les mêmes fossiles, dont les principaux sont les suivants :<br>*Nautilus elegans*.<br>*Ammonites* (2 espèces).<br>*Pecten asper*, Lk.<br>— *quinquecostatus*, Sow.<br>— *serratus*, Nils.<br>— *orbicularis*, Sow.<br>*Ostrea conica*, Sow.<br>— *vesiculosa*, Sow.<br>— *diluviana*, L.<br>— *carinata*, Lk.<br>— *pectinata*, Lk.<br>— *lateralis*, Nils.<br>— *haliotidea*, d'Orb.<br>*Terebratula depressa*, Lk. (*nerviensis*, d'Arch.).<br>— *biplicata*, Defr.<br>— *disparilis*, d'Orb.<br>*Rhynchonella Gallina*, Broug.<br>*Terebratula Menardi*, d'Orb. | Craie chloritée. |
| | Minerai de fer en grains. | | |
| | Argile marneuse, tendre, toute parsemée de grains verts. | | |
| | Roche et pâte argilo-calcaire blanchâtre, avec sable vert, limonite, nodules phosphatés et grès roulés (nombreux fossiles, dont une grande quantité de polypiers, beaucoup d'*Ostrea carinata*, des *Cardium*, des *Ammonites*, etc. (*Tourtia hervien*.) | | |
| Aachénien. | Alternance de sables fins à lignites, de sables jaunes, quartzeux, à gros grains, et de glaises grises, avec débris de végétaux fossiles et minerai de fer géodiques. (Torrent d'Anzin, Hautrage, Glageon, Aix-la-Chapelle, etc.) | A la partie supérieure :<br>*Solarium moniliferum*, Mich.<br>*Natica Dupinii*, Leym.<br>*Turritella Fibrayana*, d'Orb.<br>*Nucula pectinata*, Sow.<br>*Ostrea canaliculata*, d'Orb. | Gault. |

M. Gosselet, tout en admettant comme exact l'ordre de

(1) Il n'est nullement question dans cette note du terrain crétacé des environs d'Aix-la-Chapelle.

superposition donné par M. Meugy et qu'il a pu vérifier, croit devoir faire cependant deux restrictions :

1° Pour le *Rabot de Mons* (*a*), il ne voit aucun obstacle sérieux à admettre l'opinion de M. Meugy et à le placer dans la craie marneuse; mais, comme cette roche est toujours à un niveau supérieur à la craie blanche qui l'avoisine, il pense que l'on doit attendre de nouvelles études avant de lui assigner une position définitive, bien qu'on y trouve le *Spondylus spinosus*.

2° Pour la *Meule de Mons* (*b*), M. Meugy la place à la partie supérieure du système hervien. M. Gosselet croit que l'on doit descendre cette couche; il la considère, d'après sa position stratigraphique, comme appartenant au gault; mais pour cette question encore on doit désirer de nouvelles observations et surtout la découverte de quelques fossiles.

Au-dessus de la craie marneuse à silex à *Terebratula obesa* et *Micraster Leskei*, M. Gosselet place la craie blanche sans silex de Guise (Aisne), dans laquelle il a recueilli le *Micraster Leskei* et l'*Inoceramus labiatus* (Brong., sp.; *I. problematicus*, d'Orb.), et qui par conséquent doit encore appartenir à la division moyenne de la craie (*craie marneuse*). La véritable craie blanche ne se voit que près de Mons où elle renferme tous les fossiles de Meudon (*Belemnitella mucronata*, *Ostrea vesicularis*, etc.).

M. Hébert constate que les recherches de M. Gosselet indiquent de la manière la plus nette la craie blanche de Meudon, la craie marneuse à *Inoceramus labiatus* et la craie chloritée. M. Hébert a eu occasion d'examiner une grande partie des localités et des fossiles cités par M. Gosselet, et il doit reconnaître la complète exactitude de son travail. Ainsi il a recueilli à Sassegnies *Nautilus elegans*, Sow., *N. subradiatus*, d'Orb., *Ammonites Renevieri*, Sharpe, *A. laticlavius*, Sharpe (1), *Pleurotomaria Mailleana*, d'Orb., *P. perspectiva*, d'Orb., *Cyprina quadrata*, d'Orb., *C. ligeriensis*, d'Orb., *Pecten asper*, Lamk, *P. elongatus*, Lamk, *Spondylus striatus*, Goldf.,

(1) Ces deux espèces, qu'on n'avait point citées dans le bassin de Paris, qui sont des créations nouvelles de feu Sharpe, et qui très probablement ne sont que deux variétés d'une seule et même espèce, sont au contraire assez répandues dans le bassin; je les ai recueillies

*Ostrea conica*, etc., tous fossiles caractéristiques de la craie chloritée.

A propos de la discussion engagée entre MM. Meugy, Gosselet et Hébert, sur le parallélisme des couches de Dumont et de celles qu'on admet dans le bassin parisien, M. d'Omalius d'Halloy fait remarquer qu'il ne faut point oublier que le terrain crétacé a dans la Belgique les caractères d'un dépôt côtier et que les couches n'y présentent pas le développement normal et régulier qu'on observe dans le bassin parisien.

M. Hébert rend compte des principaux résultats de la session extraordinaire de Nevers.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. J. Martin :

*Notice paléontologique et stratigraphique établissant une concordance inobservée jusqu'ici entre l'animalisation du lias inférieur proprement dit et celle des grès d'Hettange et de Luxembourg* (1), par M. J. Martin.

INTRODUCTION.

Mon but, en soumettant cette notice à la Société géologique, est d'appeler l'attention sur la découverte récente, dans l'une des assises du lias inférieur, d'une petite faune venant établir une concordance inobservée jusqu'ici, entre l'animalisation de cet étage et celle des grès de la Moselle et du Luxembourg.

L'époque relative du dépôt de ces grès est aujourd'hui, je crois, hors de discussion. Il est généralement admis aussi qu'ils forment la base du lias inférieur dont ils ne sont qu'une dépendance; mais bon nombre de géologues paraissent encore convaincus que les débris organiques que recèlent les strates d'Hettange constituent une faune particulière et à peu près sans rapports avec celle de l'étage auquel on est convenu de les rapporter.

---

à Neuvy-sur-Loire (Nièvre), à Bellême (Orne), et même à Rouen. On les retrouve à Montblainville (Meuse), et c'est à l'*Ammonites laticlavius* qu'appartient le curieux échantillon figuré par M. Buvignier (*Atlas de la Meuse*, pl. XXXI) sous le nom d'*Ammonites inflatus*.

(*Note de M. Hébert.*)

(1) Déposée à la Société, dans la séance du 7 juin 1858.

Il ne sera donc pas sans intérêt de démontrer ici, qu'au point de vue paléontologique, aussi bien que sous le rapport stratigraphique, ces grès n'ont rien qui leur soit exclusivement spécial et que le développement organique qu'ils présentent est, malgré son caractère local, parfaitement dépendant de l'ensemble.

Le lias inférieur de la Côte-d'Or et de l'Yonne, qui va nous servir de point de comparaison, est, comme on sait, très largement développé dans ces départements. Ses assises se composent là de quatre groupes principaux, savoir : l'arkose, la lumachelle, la pierre bise ou foie-de-veau et le calcaire à Gryphées.

La lumachelle et le calcaire à Gryphées, riches en dépouilles marines de toutes sortes, offrent au géologue des ressources inépuisables. C'est à leurs strates que nos collections publiques et particulières doivent leurs échantillons les plus rares, et c'est à leur fécondité que l'arrondissement de Semur (Côte-d'Or) doit sa réputation d'être typique de l'étage.

L'arkose et le foie-de-veau, au contraire, presque toujours stériles, ont été bien rarement jusqu'ici l'objet des investigations des collectionneurs. Il y a quelques années à peine qu'ils étaient encore, l'une et l'autre, généralement considérés comme tout à fait azoïques.

Cela se concevait de l'arkose qui est une roche essentiellement de transition et dans laquelle il est douteux, en effet, que l'on trouve jamais beaucoup de matières animalisées ; mais on avouera qu'il y avait quelque chose de plus qu'improbable à attribuer la même stérilité au foie-de-veau, alors qu'on le voit intercalé au milieu de couches aussi éminemment fossilifères.

Aussi cette stérilité n'était-elle qu'apparente, comme nous allons le voir, car c'est précisément au sein de cette roche que se trouve enfouie la charmante faune dont nous avons à parler.

Mais, avant de passer à l'énumération de ces fossiles, de l'ensemble desquels nous aurons à tirer tout à l'heure d'importantes conséquences, qu'il nous soit permis d'entrer dans quelques détails sur la position stratigraphique des assises qui les renferment, sur leur nature et, s'il est possible, sur les conditions probables dans lesquelles leur formation a eu lieu.

PREMIÈRE PARTIE. — *Stratigraphie et composition minéralogique.*

Le dépôt que nous désignons sous le nom de foie-de-veau (1)

(1) La roche qui nous occupe est connue sous ce nom des carriers

atteint rarement, dans la Côte-d'Or et dans l'Yonne, plus d'un mètre d'épaisseur. Il se compose d'éléments très divers, suivant les localités où on l'observe ; mais généralement il constitue deux ou trois strates de calcaires argileux avec quelques lits subordonnés de marnes et succède immédiatement à la lumachelle.

Le passage de l'une de ces roches à l'autre n'est pas toujours parfaitement tranché, et il arrive quelquefois qu'à leur point de contact, un même bloc, offrant la cristallinité de la lumachelle à sa base, présente à sa partie supérieure l'aspect mat et terreux de la pierre bise.

Le plus souvent, cependant, elles sont séparées par des marnes.

Dans ces conditions, le foie-de-veau donne à la calcination d'excellentes chaux hydrauliques. Il est exploité pour cet usage à Avallon, dans un grand nombre de localités de l'arrondissement de Semur, à Saulieu, Pierre-Écrite, La Guette et Liernais. Sur quelques points même, comme à Pouilly, on en obtient des plâtres-ciments d'une grande énergie.

La forte proportion d'argile qui entre dans la composition de cette roche la rend éminemment absorbante, et par conséquent très sujette à la gelée. Aussi n'est-elle que le moins possible employée dans les constructions. On la reconnaît aisément à son aspect terreux, à sa teinte tantôt jaunâtre ou bleu sale, tantôt alternativement zonée de ces deux couleurs ; mais elle se distingue plus particulièrement encore par l'absence des nombreux fossiles qui caractérisent les autres assises de l'étage.

Telle est la nature la plus générale de ce dépôt.

Sur d'autres points, et particulièrement là où la lumachelle est remplacée par des strates arénacées, les éléments composants de la zone qui nous occupe sont tout à fait différents. Ce sont alors des alternances de grès et de marnes siliceuses dont il devient souvent difficile d'indiquer la ligne séparative d'avec les assises de même nature que nous considérons comme l'équivalent stratigraphique des lumachelles. Ces dépôts atteignent ensemble une puissance de 5 à 6 mètres.

Cet ordre de choses se remarque principalement dans la partie ouest de l'arrondissement de Beaune, aux environs d'Arnay-le-Duc

---

de l'Auxois. Nous le lui avons conservé, parce qu'il nous a paru parfaitement caractériser sa compacité, la finesse de son grain, et jusqu'à la marbrure que présente son intérieur, avant d'avoir subi l'altération des agents atmosphériques.

et de Bligny-sur-Ouche. Nous avons aussi observé la même disposition à Marcigny, arrondissement de Semur.

Enfin, dans d'autres localités, comme à Musigny, canton d'Arnay, par exemple, les grès occupent la position ordinaire de l'arkose qui fait défaut à son tour, et sont recouverts de 4 à 5 mètres de marnes au milieu desquelles on découvre quelques minces lambeaux de lumachelles et, au-dessus, de rares traces d'un calcaire silicifié qui paraît être l'équivalent du foie-de-veau.

*Produits organiques. — Conditions spéciales de dépôt.*

Le calcaire silicifié de Musigny n'a pas encore présenté, que nous sachions, de traces organiques déterminables.

Les grès au contraire, quoique assez peu étudiés jusqu'ici, ont donné déjà d'assez nombreux fossiles ; mais de ces diverses roches, c'est le foie-de-veau qui se prête le mieux à l'observation des nouvelles espèces que nous avons à signaler.

C'est donc principalement de cette dernière que nous allons nous occuper.

La présence de quelques zoophytes semble être, à première vue, la seule trace d'animalisation que l'on doive rencontrer dans ce dépôt. Mais si par hasard il vient à l'idée de regarder d'un peu près un de ces jolis polypiers, l'étonnement est extrême d'apercevoir partout, à travers la matière pulvérulente qui enveloppe la roche, une quantité innombrable de mollusques, quelques-uns de taille moyenne, mais, le plus grand nombre, de dimensions presque microscopiques, aux espèces les plus variées, aux coquilles les plus délicates. La conservation de ces fossiles nains a quelque chose qui tient du prodige. La perfection de leurs formes, la régularité de leurs contours, surpassent celles des plus jolies mignatures.

Cette petite faune, si parfaitement intacte, malgré l'extrême fragilité de ses dépouilles, n'a pu évidemment se développer qu'à l'abri de la houle et des courants. Il est certain aussi qu'elle a vécu dans les parages où on la trouve enfouie ; car elle n'aurait pu résister à l'action de la vague si elle eût été apportée par elle.

Sa présence suffirait donc à nous prouver que le calme le plus parfait a dû régner dans les lieux qui l'ont vue naître, si la nature de la roche qui la recèle ne venait elle-même nous le confirmer.

Formée de sédiments vaseux d'une ténuité extrême, il est im-

possible en effet de comprendre son dépôt, si ce n'est à l'abri du mouvement des vagues, soit à une certaine profondeur et au-dessous de la limite de leur action, soit au niveau des hautes mers dans quelque golfe tranquille et abrité des courants.

Dire comment au mouvement tumultueux de la houle qui a accumulé les innombrables débris enfouis dans la lumachelle a succédé, sur le même point, ce calme plat, favorable au dépôt des sédiments les plus ténus, et pourquoi les flots qui avaient si longtemps battu ces rivages ont tout à coup cessé d'y faire sentir leur action, est chose bien difficile.

Cependant il ne paraîtra pas trop hasardeux de supposer que cet état de choses peut être le résultat, soit d'un affaissement de la côte, soit d'un soulèvement de la pleine mer.

Rien, il est vrai, dans les assises de ce dépôt, ne justifie positivement cette supposition ; mais nous la verrions probablement confirmée par les conditions dans lesquelles se trouvent les strates supérieures de l'étage, s'il ne sortait pas du cadre que nous nous sommes imposé de nous arrêter plus longuement sur ces détails.

*Action chimique.*

Après l'exposé des causes qui ont dû, selon nous, présider à la formation du foie de veau, le plus intéressant sujet d'études est peut-être celui du phénomène auquel nous devons la mise à nu de la mignonne animalisation qui nous reste à décrire.

En effet, si cette assise a passé longtemps pour être sans fossiles, c'est que, tant que la roche est saine, il est impossible à l'œil le plus exercé, alors même qu'il serait armé d'une loupe, d'y distinguer la moindre trace de matière organisée. Ce n'est qu'à partir du moment où l'altération superficielle se manifeste, que ces coquilles deviennent parfaitement visibles, et voici comment :

Les eaux de pluie, comme on sait, dérobent à l'atmosphère une certaine quantité d'acide carbonique. En pénétrant le sol qui en contient également, elles se saturent encore de ce principe, et arrivent dans cet état au contact des roches. Lorsque celles qu'elles rencontrent sont de nature marneuse, comme le foie-de-veau, par exemple, le liquide acidulé séjournant à leur surface les pénètre, agit d'une manière incessante sur les éléments qui les composent, et finit à la longue par les dissoudre en partie, en entraînant chimiquement le calcaire et mécaniquement l'argile.

Les coquilles, au contraire, d'une contexture homogène, parce qu'elles sont toujours cristallisées, offrent à l'agent de dissolution

une paroi plus difficilement pénétrable, et ont ordinairement peu à souffrir de son action. Lors donc que la roche a été assez profondément altérée, elles apparaissent toutes en saillie à travers la matière pulvérulente résultant de la décomposition.

Mais rarement les eaux sont douées d'un pouvoir dissolvant suffisamment énergique pour arriver à ce résultat; c'est ce qui fait sans doute que les intéressantes dépouilles que nous signalons restent ordinairement dérobées à nos regards, et ne deviennent apparentes que sur quelques points isolés seulement.

DEUXIÈME PARTIE. — PALÉONTOLOGIE. — *Gisements et indication sommaire des espèces.*

La commune de Vic-de-Chassenay, près Semur, est la première localité où j'aie eu occasion de constater la mise en relief de ces petits fossiles. J'y ai recueilli, au commencement de l'année 1854, les espèces ci-après :

*Acteonina frumentum*, Tqm.
— *avena*, Tqm.
*Turbo costellatus*, Tqm.
*Solarium lenticulare?*, Tqm.
*Cerithium gratum*, Tqm.
*Cerithium acuticostatum*, Tqm.
— *Martinianum*, d'Orb.
*Arca pulla*, Tqm.
*Cardita Heberti*, Tqm.
*Nucula sinemuriensis*, d'Orb.

En tout, 10 coquilles nouvelles pour le sinémurien (7 gastéropodes et 3 acéphales) dont 8 sont communes au bassin de la Moselle.

L'année suivante, une extraction de pierres à chaux, opérée dans les mêmes assises sur le territoire de Semur, ferme de Leurey, mit de nouveau à jour ces mêmes petits mollusques, mais en bien plus grande abondance et avec un nombre considérable d'autres espèces, toutes également nouvelles pour l'étage, et que je n'avais pas observées à Vic-de-Chassenay.

Parmi ces espèces, 20 sont communes au dépôt d'Hettange ; ce sont les suivantes :

*Ammonites hettangiensis*, Tqm.
*Littorina clathrata*, Desh.
*Turritella Dunkeri*, Tqm.
— *Deshayesea*, Tqm.
*Tornatella Buvignieri*, Tqm.
*Trochus sinistrorsus*, Desh.
— *nitidus*, Tqm.
*Phasianella liasina*, Tqm.
— *nana*, Tqm.
*Turbo costellatus*, Tqm.
*Pleurotomaria obliqua*, Tqm.
— *cæpa*. Desh.
— *rotellæformis*, Dkr.
*Cerithium Jobæ*, Tqm.

*Cardinia Eveni*, Tqm.
— *Hennoquii*, Tqm.
— *Deshayesi*, Tqm.
*Lucina arenacea*, Tqm.
*Mytilus lamellosus*, Tqm.
*Lithodomus arenicola*, Tqm.

Les neuf autres ci-après désignées constituent autant de types nouveaux que l'on trouvera décrits et figurés dans les *Annales du congrès scientifique tenu à Auxerre en septembre* 1858.

*Ammonites circumdatus*, Mart.
*Chemnitzia juncea*, Mart.
*Turbo percancellatus*, Mart.
— *intextus*, Mart.
— *decoratus*, Mart.
*Pleurotomaria Martiniana*, d'Orb.
— *subradiata*, Mart.
*Cerithium Martinianum*, d'Orb.
— *subnudum*, Mart.

Vers la même époque, un jeune professeur du collége communal de Saulieu, M. Pignant, recueillait à Pierre-Écrite, La Guette et Liernais, toujours dans la même couche, au milieu des îlots liasiques qui se trouvent disséminés sur les contours du massif éruptif du Morvan, un assez grand nombre de ces petites espèces et parmi elles deux nouvelles, les

*Ammonites Burgundiæ*, Mart., et *Tornatella cylindrica*, Mart.

Enfin, en 1857, dans une excursion que je fis dans les environs d'Avallon, j'eus la bonne fortune de rencontrer, à deux kilomètres à peine de cette ville, à droite de la route d'Auxerre, avant d'arriver à Vassy, une extraction assez importante de ce même calcaire marneux. Par un concours heureux de circonstances, les matériaux étaient nombreux, d'une couche identique avec celle que j'avais rencontrée dans l'Auxois et de plus parfaitement lavés par les eaux pluviales.

Je n'eus que la peine d'y jeter les yeux pour y reconnaître à l'instant la série presque entière des charmantes petites espèces que nous venons de citer, enrichie encore des quatre suivantes qui sont inédites et dont je n'avais pas jusque-là soupçonné l'existence, savoir :

*Turbo subcrenatus*, Mart.
*Pleurotomaria defossa*, Mart.
*Bifrontia liasina*, Mart.
*Leda aballoensis*, Mart.

Comme dans la Côte-d'Or, le plus grand nombre de ces petits mollusques avaient des dimensions presque microscopiques et se trouvaient en telle abondance, qu'en quelques endroits la roche paraissait en avoir été comme saupoudrée. Tous étaient d'une

dmirable conservation, munis de leur test et de tous leurs ornements extérieurs.

En définitive, voilà donc une roche considérée jusqu'alors comme azoïque ou à peu près, qui, sur cinq ou six points seulement où elle est mise en exploitation dans des conditions favorables, nous donne dix-sept espèces inédites et vient enrichir l'étage de plus de vingt-sept autres qui n'y avaient pas encore été rencontrées.

Ce n'est pas tout.

Les grès dépendant de la même assise devaient aussi apporter leur contingent à cette liste déjà si importante.

Dans une course que fit M. Étienne Perrenet, pendant les vacances dernières à Arnay-le-Duc, il recueillit aux abords de cette petite ville, entre les feuilles d'un grès blanchâtre et à grains très fins, plusieurs fossiles appartenant aux types déjà cités, et en outre la *Tornatella secale*, Terquem, que l'on trouve également à Hettange, ainsi qu'une espèce nouvelle, *Turbo cristatus*, Mart.

Enfin, pour en terminer, les strates gréseuses de Marcigny-sous-Til, très fossilifères aussi, nous ont présenté, parmi les moules et les empreintes indéterminables qu'elles contiennent quelquefois en grande abondance, des traces assez fraîches de petits gastéropodes que nous avons pu rapporter au *Cerithium Semele*, d'Orb., et au *C. gratum*, Terquem.

C'est donc finalement, pour l'assise qui nous occupe (grès et foie-de-veau), 18 espèces inédites et environ une trentaine de nouvelles pour l'étage, non compris encore celles qui sont communes au calcaire à Gryphées et une douzaine au moins que leur mauvais état de conservation ne nous a pas permis de déterminer.

*Concordance de la faune du foie-de-veau avec celle des grès d'Hettange et du Luxembourg.*

L'intérêt que présente cette petite faune, ne réside pas tant encore dans la nouveauté des types dont elle grossit la nomenclature, que dans la lumière qu'elle vient répandre sur une question géologique importante, à savoir : si les grès de la Moselle et du Luxembourg sont réellement sans équivalent paléontologique dans l'étage auquel on est généralement convenu de les rapporter.

Les longs débats qui se sont produits il y a quelques années, au sein de la Société géologique, au sujet de ces dépôts, sont sans doute encore présents à toutes les mémoires. On se rappelle que

la complète dissemblance que l'on croyait exister jusque-là, entre la faune de ces grès et celle du lias inférieur proprement dit, avait conduit quelques géologues à douter même de la contemporanéité des deux formations et que longtemps les dépôts de Hettange, ballottés entre le trias et le calcaire à Gryphées, étaient restés sans place bien arrêtée dans les classifications.

Depuis, les laborieuses recherches auxquelles se sont livrés plusieurs savants sont venues assigner à ces grès leur véritable position stratigraphique, et la question, épuisée jusque dans ses moindres détails, ne semble pas avoir laissé exister de dissidence sur ce point.

Mais l'argumentation qui a conduit à ce résultat, basée tout entière sur des considérations stratigraphiques, a laissé à peu près intacte la question de faune; si bien qu'il était généralement admis jusqu'ici que l'animalisation de ces assises était indépendante, ou à peu près, de celle de la partie supérieure de l'étage.

M. Terquem, de Metz, ne mentionne en effet, dans sa paléontologie des grès du Luxembourg et de Hettange (1), si riche en coquilles inédites, que 8 ou 10 espèces qu'il soit possible de rapporter, encore peu sûrement pour quelques-unes, au calcaire à Gryphées.

Quelques fragments de céphalopodes peu caractéristiques (2), 4 ou 5 gastéropodes d'une identité reconnue contestable par l'auteur (3), et autant de bivalves sur la position stratigraphique ou sur la synonymie desquels les géologues ne sont pas complétement

---

(1) *Mémoires de la Société géologique de France*, 2e série, t. V, 2e partie, 1855.

(2) On rencontre dans les grès de Hettange quelques fragments géodiques d'un Nautile auquel M. Terquem croit avoir reconnu tous les caractères du *Nautilus striatus*, Sow., du calcaire à Gryphées.

Ce paléontologue considère comme commune aussi au lias l'*Ammonites angulatus*, Schl. (*A. Moreanus*, d'Orb.), qu'il aurait trouvée dans les bancs inférieurs de l'assise à Gryphées de Jamoigne (Belgique) et dans le grès infraliasique à Hettange. Dans tous les cas, la rareté de ce fossile le rend bien peu caractéristique.

Je ne parle pas, bien entendu, de l'*Ammonites Hagenowii*, Dkr., qui n'a encore été recueillie qu'en Allemagne, dans les couches bien inférieures à la Gryphée arquée, et que M. d'Orbigny n'a fait figurer dans le lias (*Prodr.*, t. I, p. 213, n° 32) que sur des données stratigraphiques jusque-là contestées.

(3) Sur ces quelques espèces présumées communes au lias inférieur proprement dit, trois avaient paru, à M. Terquem lui-même, d'une identité douteuse avec celles de cet étage qui avaient été recueillies à

d'accord (1) ; tel était le mince bagage paléontologique sur lequel pouvait reposer la concordance des deux faunes.

Restait donc le fait anormal et tout à fait inexpliqué, d'un étage présentant deux animalisations distinctes ou à peu près sans rapports entre elles, l'une occupant les strates de la base et l'autre la partie supérieure. Mais, ce qui était plus choquant encore, c'est que sur d'autres points, dans la Côte-d'Or, par exemple, qui n'est que faiblement éloignée de la Moselle, les couches les plus inférieures ne présentaient pas la même particularité et qu'elles n'offraient au contraire, avec le calcaire à Gryphées, que des différences parfaitement explicables par la nature particulière de leur dépôt.

Il y avait là, en conséquence, une lacune importante à combler.

Aujourd'hui, grâce à l'abondance des matériaux que nous venons de recueillir dans l'assise qui fait l'objet de cette notice, et qui deviennent autant de pièces à conviction, nous espérons ouvrir une large voie à la solution définitive de cette question et fixer dès maintenant plus d'une incertitude.

Nous avons pensé que le plus sûr moyen d'arriver à ce résultat, était de consigner synoptiquement, dans le tableau ci-annexé, les espèces spéciales à chacun des dépôts de la Moselle et de la Côte-d'Or, avec indication, dans une colonne à part, de celles qui leur sont communes.

On voit par ce tableau que sur 170 espèces de mollusques qui peuplent le bassin de la Moselle, 46 sont communes au lias inférieur de la Côte-d'Or et de l'Yonne, soit un peu plus d'un quart.

Mais cette proportion, déjà si importante en elle-même, s'accroît notablement encore, si l'on écarte du terme de comparaison les éléments qui ne peuvent entrer en ligne de compte, à raison du mode de formation spécial à chacune des assises qui nous occupent.

A Hettange et dans tout le Luxembourg, le dépôt composé de grès arénacé et de lits poudingiformes est essentiellement littoral. Il peut donc, cumulativement avec sa faune spéciale, avec les

---

Vic-de-Chassenay (Côte-d'Or) ; ce sont les *Littorina clathrata*, Desh., *Cerithium gratum* et *C. acuticostatum*, Tqm.

Un examen attentif et des points de comparaison nombreux m'ont mis à même de reconnaître que les différences signalées par cet auteur ne provenaient, ainsi qu'il l'avait pensé du reste, que du mauvais état de conservation de quelques-unes de ces coquilles.

(1) La *Lima punctata*, que M. Terquem annonce comme assez commune dans les grès et le calcaire à Gryphées, est placée par M. d'Orbigny dans le liasien.

Saxicaves et toutes les autres coquilles perforantes qu'il contient en si grande abondance, présenter une certaine quantité de coquilles fluviatiles qui auront été portées à la mer par des courants d'eau douce et mélangées sur le rivage avec les races marines qui s'y trouvaient déjà.

Dans la Côte-d'Or et dans l'Yonne, au contraire, le foie-de-veau, déposé, comme nous l'avons vu, soit à l'abri du mouvement des vagues et au-dessous de la limite de leur action, soit au niveau des hautes mers dans quelque golfe tranquille et abrité des courants, ne devait nous présenter ni le même mélange, ni tout à fait le même genre d'animalisation. C'est par ce motif que nous n'y avons pas rencontré de matériaux lacustres et que les coquilles de rivage ne s'y trouvent qu'en petit nombre.

Faisant donc abstraction des Ampullaires, des Mélanies, des Néritines assez abondantes à Hettange, et de la majeure partie des coquilles perforantes qui y dominent, nous arrivons ainsi à l'énorme terme de proportion d'un tiers, au lieu du quart que nous avions primitivement trouvé.

Que l'on veuille bien se rappeler maintenant que le nombre des espèces propres à nos contrées est le produit de quelques explorations seulement ; que la roche qui les recèle ne s'est trouvée jusqu'ici que sur quelques points isolés dans des conditions favorables à l'observation de ces mollusques, et l'on arrivera nécessairement à cette conclusion, que, dans un avenir peut-être très rapproché, les deux faunes, qui offrent déjà de si nombreux points de contact, n'en formeront plus qu'une, sans autre différence dans les deux pays, que celle qui doit naturellement exister entre la faune d'un dépôt côtier et celle d'un dépôt sous-marin.

Enfin, si l'on considère que la plus grande partie des fossiles si nombreux de la lumachelle se retrouvent dans le calcaire à Gryphées, et que, d'un autre côté, bon nombre de ceux que nous avons signalés dans le foie-de-veau passent également dans cette dernière assise, il se trouvera clairement établi :

1° Que les grès de la Moselle et du Luxembourg dépendent bien réellement par leur animalisation de la formation sinémurienne ;

2° Qu'ils ont un équivalent stratigraphique et paléontologique parfaitement marqué dans les assises calcaréo-marneuses auxquelles nous avons donné le nom de *foie-de-veau.*

TABLE

*Des animaux mollusques et rayonnés du grès d'Hetta*

| NUMÉROS d'ordre général. | DÉSIGNATION DES ESPÈCES SPÉCIALES AU GRÈS D'HETTANGE. | COMMUNES AU BASSIN DE LA MOSELLE et à CELUI DE LA CÔTE-D'OR. | SPÉCIALES AU FOIE-DE- (assise médiane du lias dans la CÔTE-D'OR ET DANS L'YO |
|---|---|---|---|
| | | | C |
| 1 | . . . . . | . . . . . | 1. *Belemnites acutus*, |
| 2 | 1. *Nautilus Schlumbergeri*, Tqm. | | |
| 3 | 2. — *Malherbii*, Tqm. | | |
| 4 | . . . . . | 1. *Nautilus striatus*, Sow. . | . . . . . |
| 5 | . . . . . | 2. *Ammonites Hagenowii ?* Dkr. | . . . . . |
| 6 | . . . . . | 3. — *hettangiensis*, Tqm. . | . . . . . |
| 7 | . . . . . | 4. — *Moreanus*, d'Orb. . . | . . . . . |
| 8 | . . . . . | . . . . . | 2. *Ammonites cate* Sow. |
| 9 | . . . . . | . . . . . | 3. — *circumdatus*, |
| 10 | . . . . . | . . . . . | 4. — *Burgundiæ*, Ma |
| | | | ( |
| 11 | 3. *Ampullaria planulata*, Tqm. | | |
| 12 | 4. — *obtusa*, Desh. | | |
| 13 | 5. — *carinata*, Tqm. | | |
| 14 | 6. — *angulata*, Desh. . . . | . . . . . | . . . . . |
| 15 | 7. — *obliqua*, Tqm. | | |
| 16 | 8. — *gracilis*, Tqm. | | |
| 17 | . . . . . | 5. *Littorina clathrata*, Desh. | . . . . . |
| 18 | . . . . . | 6. *Turritella Dunkeri*, Tqm. | . . . . . |
| 19 | . . . . . | 7. — *Deshayesea*, Tqm. . . | . . . . . |
| 20 | 9. *Turitella Zenkeni*, Tqm. | . . . . . | . . . . . |
| 21 | 10. *Melania abbreviata*, Tqm. | | |
| 22 | 11. — *cyclostoma*, Tqm. | | |
| 23 | 12. — *turbinata*, Tqm. | | |
| 24 | 13. — *unicingulata*, Tqm. | | |
| 25 | 14. — *usta*, Tqm. | | |
| 26 | 15. — *crassilabrata*, Tqm. | | |
| 27 | 16. — *Theodori*, Tqm. | | |
| 28 | . . . . . | . . . . . | 5. *Chemnitzia junc* |
| 29 | . . . . . | 8. *Tornatella Buvignieri*, Tqm. | . . . . . |
| 30 | . . . . . | 9. — *secale*, Tqm. . . . . | . . . . . |
| 31 | 17. *Tornatella inermis*, Tqm. | | |
| 32 | 18. — *milium*, Tqm. | | |
| 33 | . . . . . | . . . . . | 6. *Tornatella cylin* |
| 34 | . . . . . | 10. *Acteonina avena*, Tqm. . | . . . . . |
| 35 | . . . . . | 11. — *frumentum*, Tqm. . . | . . . . . |
| 36 | 19. *Acteonina turgida*, Tqm. | | |
| 37 | 20. — *Orysa*, Tqm. | | |
| 38 | 21. — *triticum*, Tqm. | | |
| 39 | 22. *Neritina cannabis*, Tqm. | | |
| 40 | 23. — *hettangiensis*, Tqm. | | |
| 41 | 24. — *arenacea*, Tqm. | | |
| 42 | 25. *Trochus Deshayesi*, Tqm. | | |

PALÉONTOLOGIQUE

*Assise médiane des lias inférieur de la Côte-d'Or.*

| SYNONYMIE DES DIFFÉRENTS AUTEURS. | DÉSIGNATION DES ASSISES ET DES PRINCIPALES LOCALITÉS DE LA CÔTE-D'OR ET DE L'YONNE, où elles ont été observées. Les lettres L indiquent la lumachelle, F le foie-de-veau et G le calcaire à Gryphées. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| . . . . . | » | F | G | Très abondante partout dans le calcaire à Gryphées. Rare dans le foie-de-veau. |
| . . . . . *Amm. psilonotus lævis*, Quenst. | » | F | G | Leurey et un peu partout dans le calcaire à Gryphées. |
| . . . . . | » | F | » | Leurey près Semur. Très rare. |
| *A. lacunosus*, Quenst.; *A. angulatus*, Schl. | » | F | G | Pont-Aubert, Millery. Fort rare. |
| *A. geometricus*, Phillips . . . | » | F | G | Ferme de Leurey, Avallon. Rare. |
| . . . . . | » | F | G | Champlong, Leurey, Millery. Fort rare. |
| . . . . . | » | F | » | La Guette, Saulieu. Très commune. Semur, Rare. |
| | | | | |
| *Natica subangulata*, d'Orb. | » | F | » | |
| *Turbo Philenor*, d'Orb.; *Chemnitzia aliena*, Ch. et Dew.; *Natica Koninckiana*, Ch. et Dew. | » | F | » | Leurey, Vic-de-Chassenay. Assez rare. |
| *Melania turritella*, Dkr.; *Cerithium subturritella*, d'Orb. | » | F | » | Leurey. Très rare. |
| . . . . . | » | F | » | *Id.* |
| *Melania Zenkeni*, Dkr.; *Chemnitzia Zenkeni*, d'Orb.; *Ch. turbinata*, Ch. et Dew. | | | | |
| . . . . . | » | F | » | Ferme de Leurey. Extrêmement rare. |
| . . . . . | » | F | » | Vic-de-Chassenay, Leurey, Arnay-le-Duc. Rare. |
| . . . . . | » | F | » | Arnay-le-Duc. Très rare. |
| . . . . . | » | F | » | Pierre-Écrite. Très rare. |
| Genre Orthostoma, Desh. . . . | » | F | » | Leurey, Vic-de-Chassenay, La Guette, Avallon. Rare. |
| — | » | F | » | Semur, Pierre-Écrite. Vic-de-Chassenay, Avallon. Rare. |
| — | | | | |
| — | | | | |

| NUMÉROS d'ordre général. | DÉSIGNATION DES ESPÈCES SPÉCIALES AU GRÈS D'HETTANGE. | COMMUNES AU BASSIN DE LA MOSELLE ou à celui de LA CÔTE-D'OR ET DE L'YONNE. | SPÉCIALES AU FOIE-DE-V (assise médiane du lias dans la CÔTE-D'OR ET DANS L'YO |
|---|---|---|---|
| 43 | 26. *Trochus Juliani*, Tqm. | | |
| 44 | 27. — *tubicola*, Tmq. | | |
| 45 | . . . . . | 12. *Trochus sinistrosus*, Des. | . . . . . |
| 46 | . . . . . | 13. — *nitidus*, Tqm. | . . . . . |
| 47 | . . . . . | . . . . . | 7. *Trochus percancel* Mart. |
| 48 | 28. *Turbo rotundatus*, Tqm. | | |
| 49 | 29. — *gemmatus*, Tqm. | | |
| 50 | . . . . . | 14. *Turbo costellatus*, Tqm. | . . . . . |
| 51 | . . . . . | . . . . . | 8. *Turbo cristatus*, |
| 52 | . . . . . | . . . . . | 9. — *intextus*, Mart. |
| 53 | . . . . . | . . . . . | 10. — *decoratus*, Mart |
| 54 | . . . . . | . . . . . | 11. — *subcrenatus*, M |
| 55 | . . . . . | 15. *Solarium lenticulare ?* Tqm. | . . . . . |
| 56 | . . . . . | . . . . . | 12. *Bifrontia liasina*, |
| 57 | . . . . . | 16. *Phasianella liasina*, Tq. | . . . . . |
| 58 | . . . . . | 17. — *nana*, Tqm. | . . . . . |
| 59 | 30. *Trochotoma vetusta*, Tqm. | | |
| 60 | 31. — *clypeus*, Tqm. | | |
| 61 | . . . . . | 18. *Pleurotomaria obliqua*, Tqm. | . . . . . |
| 62 | . . . . . | 19. *Pleurotomaria cæpa*, Des. | . . . . . |
| 63 | 32. *Pleurotomaria Wanderbachi*, Tqm. | | |
| 64 | 33. — *nucleus*, Tqm. | | |
| 65 | 34. — *trocheata*, Tqm. | | |
| 66 | 35. — *lens*, Tqm. | | |
| 67 | . . . . . | 19 *b*. *Pleurotomaria rotellæformis*, Dkr. | . . . . . |
| 68 | 37. — *hettangiensis*, Tqm. | | |
| 69 | 38. — *densa*, Tqm. | | |
| 70 | 39. — *mosellana*, Tqm. | | |
| 71 | 40. — *Hennoquit*, Tqm. | | |
| 72 | . . . . . | . . . . . | 13. *Pleurotomaria* d Mart. |
| 73 | . . . . . | . . . . . | 14. — *Martiniana*, d |
| 74 | . . . . . | . . . . . | 15. — *subradiata*, M |
| 75 | 41. *Pterocera? dubia*, Tqm. | | |
| 76 | . . . . . | 20. *Cerithium verrucosum* Tqm. | . . . . . |
| 77 | . . . . . | 21. — *gratum*, Tqm. | . . . . . |
| 78 | . . . . . | 22. — *acuticostatum*, Tqm. | . . . . . |
| 79 | . . . . . | 23. — *Jobæ*, Tqm. | . . . . . |
| 80 | 42. *Cerithium porulosum*, Tqm. | | |
| 81 | 43. — *rotundatum*, Tqm. | | |
| 82 | 44. — *paludinare*, Tqm. | | |
| 83 | . . . . . | . . . . . | 16. *Cerithium Martin* d'Orb. |
| 84 | . . . . . | . . . . . | 17. — *subnudum*, Ma |
| 85 | . . . . . | . . . . . | 18. — *Semele*, d'Orb. |
| 86 | 45. *Neritopsis exigua*, Tqm. | | |
| 87 | 46. *Emarginula liasina*, Tq. | | |
| 88 | 47. *Pileopsis nuda*, Tqm. | | |
| 89 | 48. *Dentalium compressum*, Tqm. | | |
| 90 | 49. *Patella*, *Dunkeri*, Dkr. | . . . . . | . . . . . |

| N° du catalogue général. | SYNONYMIE DES DIFFÉRENTS AUTEURS. | DÉSIGNATION DES ASSISES ET DES PRINCIPALES LOCALITÉS DE LA CÔTE-D'OR ET DE L'YONNE, où ces espèces ont été observées. Les lettres L indiquent la lumachelle, F le foie-de-veau et G le calcaire à Gryphées. | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 43 | | | | | |
| 44 | | | | | |
| 45 | . . . . . | » | F | » | Ferme de Leurey. Rare (coquille toujours sénestre). |
| 46 | . . . . . | » | F | » | Leurey. Vic-de-Chassenay. Très rare. |
| 47 | . . . . . | » | F | » | Leurey. Très rare. |
| 48 | | | | | |
| 49 | | | | | |
| 50 | . . . . . | » | F | » | St-Euphrone, Semur, Arnay, La Guette, Avallon. Rare. |
| 51 | . . . . . | » | F | » | Arnay-le-Duc. Fort rare. |
| 52 | . . . . . | » | F | » | Leurey, Vic-de-Chassenay. Rare. |
| 53 | . . . . . | » | F | » | Leurey, Vic-de-Chassenay, Liernais, La Guette, Avallon. Commune. |
| 54 | . . . . . | » | F | » | Avallon. Rare. |
| 55 | *Solarium sinemuriense*, Mart. | » | F | » | Vic de-Chassenay, Leurey. Très rare. |
| 56 | . . . . . | » | F | » | Leurey, Avallon. Fort rare. |
| 57 | . . . . . | » | F | » | Leurey, Avallon. Rare. |
| 58 | . . . . . | » | F | G | Semur. Rare. |
| 59 | Genre *Ditremaria*, d'Orb. | | | | |
| 60 | — | | | | |
| 61 | . . . . . | » | F | » | Leurey. Fort rare. |
| 62 | . . . . . | » | F | G | Semur. Très rare. |
| 63 | | | | | |
| 64 | | | | | |
| 65 | | | | | |
| 66 | | | | | |
| 67 | *non P. heliciformis*, Eud. Deslong., d'Orb. | » | F | G | Leurey et Champlong, près Semur. Très rare. |
| 68 | | | | | |
| 69 | | | | | |
| 70 | | | | | |
| 71 | | | | | |
| 72 | . . . . . | » | F | » | Avallon, Leurey. Fort rare. |
| 73 | . . . . . | » | F | G | Leurey, Champlong, Semur, Avallon. Rare. |
| 74 | . . . . . | » | F | » | Leurey. Très rare. |
| 75 | | | | | |
| 76 | . . . . . | » | F | » | Champlong. Fort rare. |
| 77 | . . . . . | » | F | » | Vic-de Chassenay, Leurey, La Guette, Lieurnay, Arnay, Avallon. Commune. |
| 78 | . . . . . | » | F | » | Leurey, Vic-de-Chassenay. Arnay. La Guette, Avallon. Assez rare. |
| 79 | . . . . . | » | F | » | Vic-de-Chassenay. Rare. |
| 80 | | | | | |
| 81 | | | | | |
| 82 | | | | | |
| 83 | . . . . . | » | F | » | Vic-de-Chassenay, Leurey, La Guette, Avallon. Rare. |
| 84 | . . . . . | » | F | » | Leurey. Fort rare. |
| 85 | . . . . . | » | F | » | Vic-de-Chassenay, Leurey, Champlong, Arnay, Avallon. Commune. |
| 86 | | | | | |
| 87 | | | | | |
| 88 | | | | | |
| 89 | | | | | |
| 90 | *P. subquadrata*, Dkr.; *Helcion Dunkeri*, d'Orb. | » | F | » | |

| NUMÉROS d'ordre général. | DÉSIGNATION DES ESPÈCES — SPÉCIALES AU GRÈS D'HETTANGE. | COMMUNES AU BASSIN DE LA MOSELLE et à celui de LA CÔTE-D'OR ET DE L'YONNE. | SPÉCIALES AU FOIE-DE-VEAU (assise médiane du lias infé dans la CÔTE-D'OR ET DANS L'YONNE |
|---|---|---|---|
| 91 | 50. *Patella hettang.*, Tqm. | | |
| 92 | 51. — *Schmidtii*, Dkr. | ..... | ..... |
| 93 | 52. — *Hennoquii*, Tqm. | | |
| 94 | 53. *Pleuromya Dunkeri*, Tq. | ..... | ..... |
| 95 | 54. *Pholadomya arenacea*, Tqm. | | |
| 96 | 55. *Solen Deshayesi*, Tqm. | | |
| 97 | 56. *Gastrochæna infraliasina*, Tqm. | | |
| 98 | 57. *Saxicava rotundata*, Tq. | | |
| 99 | 58. — *arenicola*, Tqm. | | |
| 100 | 59. — *nitida*, Tqm. | | |
| 101 | 60. — *fabacea*, Tqm. | | |
| 102 | ..... | ..... | 19. *Leda aballoensis*, Mar |
| 103 | 61. *Corbula Ludovicæ*, Tqm. | | |
| 104 | 62. *Hettangia Deshayesea*, Tqm. | ..... | ..... |
| 105 | 63. — *tenera*, Tqm. | | |
| 106 | 64. — *angusta*, Tqm. | | |
| 107 | 65. *Hettangia securiformis*, Tqm. | ..... | ..... |
| 108 | 66. *Isodonta Engelhardtii*, Tqm. | ..... | ..... |
| 109 | 67. *Astarte irregularis*, Tqm. | | |
| 110 | 68. — *cingulata*, Tqm. | | |
| 111 | ..... | ..... | 20. *Astarte Gueuxii*, d'Or |
| 112 | 69. *Cardita tetragona*, Tqm. | | |
| 113 | ..... | 24. *Cardita Heberti*, Tqm. | ..... |
| 114 | 70. *Cypricardia lævigata*, Tqm. | | |
| 115 | 71. — *triangularis*, Tqm. | | |
| 116 | 72. — *tetragona*, Tqm. | | |
| 117 | 73. — *compressa*, Tqm. | | |
| 118 | 74. — *inclusa*, Tqm. | | |
| 119 | 75. *Cardinia copides*, de Ryck. | ..... | ..... |
| 120 | 76. — *exigua*, Tqm. | | |
| 121 | 77. — *regularis*, Tqm. | | |
| 122 | 78. — *scapha*, Tqm. | | |
| 123 | 79. — *Morisi*, Tqm. | ..... | ..... |
| 124 | 80. *Similis*, Agaz. | ..... | ..... |
| 125 | 81. — *Desoudini*, Tqm. | | |
| 126 | 82. — *Fischeri*, Tqm. | | |
| 127 | ..... | 25. *Cardinia Eveni*, Tqm. | ..... |
| 128 | ..... | 26. — *Hennoquii*, Tqm. | ..... |
| 129 | ..... | 27. — *Deshayesi*, Tqm. | ..... |
| 130 | ..... | ..... | 21. *Cardinia lævis*, Agaz. |
| 131 | ..... | ..... | 22. — *sinemuriensis*, d'O |
| 132 | ..... | ..... | 23. — *sublamellosa*, d'Or |
| 133 | ..... | 28. *Lucina arenacea*, Tqm. | ..... |
| 134 | 83. *Cardium Philippianum*, Dkr. | | |
| 135 | ..... | ..... | 24. *Nucula sinemurien* d'Orb. |
| 136 | ..... | 29. *Arca pulla*, Tqm. | ..... |

| | SYNONYMIE DES DIFFÉRENTS AUTEURS. | DÉSIGNATION DES ASSISES ET DES PRINCIPALES LOCALITÉS DE LA CÔTE-D'OR ET DE L'YONNE, où ces espèces ont été observées. Les lettres L indiquent la lumachelle, F le foie-de-veau et G le calcaire à Gryphées. | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 91 | | | | | |
| 92 | *Helcion Schmidtii*, d'Orb. | | | | |
| 93 | | | | | |
| ...les. | | | | | |
| 94 | *Thracia subrugosa*, Dkr.; *Pan-rugosa*, d'Orb. | | | | |
| 95 | | | | | |
| 96 | | | | | |
| 97 | | | | | |
| 98 | | | | | |
| 99 | | | | | |
| 100 | | | | | |
| 101 | | | | | |
| 102 | ..... | » | F | » | Avallon, Leurey. Fort rare. |
| 103 | | | | | |
| 104 | Genre *Tancredia*, Lycett. | | | | |
| 105 | — | | | | |
| 106 | — | | | | |
| 107 | *Donax? securiformis*, Desh.; *Mactra sec.*, d'Orb. | | | | |
| 108 | Genre *Sowerbya*, d'Orb. | | | | |
| 109 | | | | | |
| 110 | | | | | |
| 111 | ..... | L | F | G | Partout. Très commune. |
| 112 | | | | | |
| 113 | ..... | L | F | » | Vic-de-Chassenay, Semur, La Guette, Arnay, Avallon. Commune. |
| 114 | | | | | |
| 115 | | | | | |
| 116 | | | | | |
| 117 | | | | | |
| 118 | | | | | |
| 119 | *C. Deshayesea*, Tqm.; *C. angustata*, Agz. | | | | |
| 120 | | | | | |
| 121 | | | | | |
| 122 | | | | | |
| 123 | *C. amygdala?* Agz. | | | | |
| 124 | *Unio concinnus*, Sow. | | | | |
| 125 | | | | | |
| 126 | | | | | |
| 127 | ..... | L | F | G | Montigny-Saint-Barthélemy, Leurey, Semur, Avallon. Assez commune. |
| 128 | ..... | L | | » | Chamont, Leurey. Assez rare. |
| 129 | ..... | L | F | » | Beauregard, Semur. Rare. |
| 130 | ..... | L | F | » | Leurey, Beauregard. |
| 131 | ..... | L | F | » | Semur, Montigny-St-Barthélemy, Avallon. Commune. |
| 132 | ..... | L | F | G | Leurey, Vic-de-Chassenay, Beauregard, Avallon. Commune. |
| 133 | ..... | L | F | G | Leurey. Très rare. |
| 134 | | » | F | » | |
| 135 | ..... | » | F | » | Vic-de-Chassenay. Fort rare. |
| 136 | ..... | » | F | » | Vic-de-Chassenay, Leurey, La Guette, Avallon. Commune. |

| NUMÉROS d'ordre général. | DÉSIGNATION DES ESPÈCES SPÉCIALES AU GRÈS D'HETTANGE. | COMMUNES AU BASSIN DE LA MOSELLE, et à celui de LA CÔTE-D'OR ET DE L'YONNE. | SPÉCIALES AU FOIE-DE-VEAU (assise médiane du lias infé dans la CÔTE-D'OR ET DANS L'YONNE |
|---|---|---|---|
| 137 | 84. *Cucullea similis*, Tqm. | | |
| 138 | 85. — *hettangiensis*, Tqm. | | |
| 139 | 86. *Pinna semistriata*, Tqm. | | |
| 140 | . . . . . | 30. *Pinna follum ?* Young. | . . . . . |
| 141 | . . . . . | 31. *Mytilus lamellosus ?* Tq. | . . . . . |
| 142 | . . . . . | . . . . . | 25. *Mytilus Gueuxii*, d'Or |
| 143 | 87. *Mytilus scalprum*, Goldf. | | |
| 144 | 88. — *productus*, Tqm. | | |
| 145 | 89. — *nitidulus*, d'Orb. . . . | . . . . . | . . . . . |
| 146 | 90. — *liasinus*, Tqm. | | |
| 147 | 91. — *rusticus*, Tqm. | | |
| 148 | 92. — *glabratus*, Dkr. . . . . | . . . . . | . . . . . |
| 149 | 93. — *dichotomus*, Tqm. | | |
| 150 | 94. — *Simoni*, Tqm. | | |
| 151 | . . . . . | 32. *? Lithodomus arenicola*, Tqm. | . . . . . |
| 152 | 95. *Avicula Dunkeri*, Tqm. | | |
| 153 | 96. — *Alfredi*, Tqm. | | |
| 154 | 97. — *Deshayesi*, Tqm. | | |
| 155 | 98. — *Buvignieri*, Tqm. . . | . . . . . | . . . . . |
| 156 | 99. *Gervillia acuminata*, Tq. | | |
| 157 | 100. — *Hugenowii*, Dkr. . . . | . . . . . | . . . . . |
| 158 | 101. *Lima Hermanni*, Voltz. | | |
| 159 | 102. — *amœna*, Tqm. | | |
| 160 | 103. — *dentata*, Tqm. | | |
| 161 | 104. — *nodulosa*, Tqm. . . . | . . . . . | . . . . . |
| 162 | . . . . . | 33. *Lima punctata*, Sow. . . | . . . . . |
| 163 | . . . . . | 34. — *gigantæa*, Sow. . . . . | . . . . . |
| 164 | . . . . . | 35. — *Fischeri*, Tqm. . . . . | . . . . . |
| 165 | . . . . . | 36. — *exaltata*, Tqm. . . . . | . . . . . |
| 166 | . . . . . | 37. — *compressa*, Tqm. . . . | . . . . . |
| 167 | . . . . . | 38. — *hettangiensis*, Tqm. . | . . . . . |
| 168 | . . . . . | 39. — *tuberculata*, Tqm. . . | . . . . . |
| 169 | 105. *Pecten calvus*, Goldf. | | |
| 170 | 106. — *texturatus*, Münst. | | |
| 171 | 107. — *æquiplicatus*, Tqm. | | |
| 172 | 108. — *dispar*, Tqm. | | |
| 173 | 109. *Hinnites liasicus*, Tqm. | | |
| 174 | 110. — *Orbignyanus*, Tqm. | | |
| 175 | 111. *Plicatula Baylii*, Tqm. | | |
| 176 | 112. — *papyracea*, Tqm. | | |
| 177 | . . . . . | 40. *Plicatula hettangiensis*, Tqm. | . . . . . |
| 178 | . . . . . | 41. — *spinosa*, Sow. . . . . | . . . . . |
| 179 | 113. *Spondylus liasinus*, Tqm. | | |
| 180 | . . . . . | 42. *Ostrea irregularis*. . . . | . . . . . |
| 181 | 114. *Ostrea trigona*, Tqm. | | |
| 182 | 115. — *? arcuata*, Tqm. | | |
| 183 | 116. — *multicostata*, Münst. . | . . . . . | . . . . . |
| 184 | 117. — *anomala*, Tqm. | | |
| 185 | 118. *Anomia pellucida*, Tqm. | | |
| 186 | 119. — *irregularis*, Tqm. | | |
| | | | Br |
| 187 | . . . . . | 43. *Rhynchonella variabilis*, Schl. | . . . . . |

| N° d'ordre général. | SYNONYMIE DES DIFFÉRENTS AUTEURS. | L | F | G | DÉSIGNATION DES ASSISES ET DES PRINCIPALES LOCALITÉS DE LA CÔTE-D'OR ET DE L'YONNE, où ces espèces ont été observées. Les lettres L indiquent la lumachelle, F le foie-de-veau et G le calcaire à Gryphées. |
|---|---|---|---|---|---|
| 137 | | | | | |
| 138 | | | | | |
| 139 | | | | | |
| 140 | . . . . . . . . . . . . . . . . . | L | F | G | Abondante presque partout. |
| 141 | . . . . . . . . . . . . . . . . . | » | F | » | Leurey. Très rare. |
| 142 | . . . . . . . . . . . . . . . . . | L | F | G | Abondante presque partout. |
| 143 | | | | | |
| 144 | | | | | |
| 145 | *Modiola nitidula*, Dkr. | | | | |
| 146 | | | | | |
| 147 | | | | | |
| 148 | *Modiola glabrata*, Dkr. | | | | |
| 149 | | | | | |
| 150 | | | | | |
| 151 | . . . . . . . . . . . . . . . . . | » | F | » | Vic-de-Chassenay. Fort rare. |
| 152 | | | | | |
| 153 | | | | | |
| 154 | | | | | |
| 155 | Genre *Pteroperna*, Lycett. | | | | |
| 156 | | | | | |
| 157 | *Perna Hagenowii*, d'Orb. | | | | |
| 158 | | | | | |
| 159 | | | | | |
| 160 | | | | | |
| 161 | *Lima antiquata?* Sow. | | | | |
| 162 | — *Echo*, d'Orb. . . . . . . . | L | F | G | Un peu partout. Commune. |
| 163 | — *edula*, d'Orb. . . . . . . . | L | F | G | Partout. Très commune. |
| 164 | . . . . . . . . . . . . . . . . . | » | F | » | Ferme de Champlon, près Semur. Rare. |
| 165 | *Lima Gueuxii*, d'Orb. 1847. . | L | F | G | Beauregard, Leurey, Vic-de-Chassenay, Avallon. Commune. |
| 166 | . . . . . . . . . . . . . . . . . | » | » | G | Semur, Millery. Rare. |
| 167 | *Lima Erix*, d'Orb. 1847. . . . | L | F | G | Partout. Assez commune. |
| 168 | . . . . . . . . . . . . . . . . . | L | » | » | Vic-de-Chassenay. Très rare. |
| 169 | | | | | |
| 170 | | | | | |
| 171 | | | | | |
| 172 | | | | | |
| 173 | | | | | |
| 174 | | | | | |
| 175 | | | | | |
| 176 | | | | | |
| 177 | . . . . . . . . . . . . . . . . . | L | » | » | Vic-de-Chassenay. Très rare. |
| 178 | . . . . . . . . . . . . . . . . . | L | F | » | Leurey, Vic-de-Chassenay. Rare. |
| 179 | | | | | |
| 180 | . . . . . . . . . . . . . . . . . | L | F | » | Semur. Rare. Saulieu. Commune. |
| 181 | | | | | |
| 182 | | | | | |
| 183 | *O. difformis*. Schl. *O. complicata*, Goldf. | | | | |
| 184 | | | | | |
| 185 | | | | | |
| 186 | | | | | |
| bées, | | | | | |
| 187 | . . . . . . . . . . . . . . . . . | L | F | G | Partout. Rare dans le foie-de-veau, très commune dans le calcaire à Gryphées. |

| NUMÉROS d'ordre général. | DÉSIGNATION DES ESPÈCES | | |
|---|---|---|---|
| | SPÉCIALES AU GRÈS D'HETTANGE. | COMMUNES AU BASSIN DE LA MOSELLE ou à CELUI DE LA CÔTE-D'OR. | SPÉCIALES AU FOIR-DE-VEA (assise médiane du lias infé dans la CÔTE-D'OR ET DANS L'YONNE |
| | | | B |
| 187 b. | 119 b. *Eugeniacrinus liasicus*, Tqm. | | |
| 188 | . . . . . | 44. *Pentacrinus scalaris*, Goldf. | |
| 189 | . . . . . | . . . . . | 26. *Pentacrinus tuberculatus*, Mill. |
| 190 | . . . . . | 45. *Diadema seriale*, Agas. | . . . . . |
| | | | B |
| 191 | 120. *Berenicea striata*, J. Hai. | | |
| 192 | 121. *Diastopora ?* | | |
| 193 | 122. *Thecophyllia ?* | | |
| 194 | 123. *Isastrea Orbignyi*, Ch. et Dew. | | |
| 195 | 124. *Vioa ? Michelini*, Tqm. | | |
| 196 | . . . . . | . . . . . | 27. *Montlivaltia sinemuriensis*, d'Orb. |
| 197 | . . . . . | . . . . . | 28. *Stephanocœnia sinemuriensis*, d'Orb. |
| 198 | . . . . . | . . . . . | 29. *Calamopora ?* . . . . |

| SYNONYMIE DES DIFFÉRENTS AUTEURS. | DÉSIGNATION DES ASSISES ET DES PRINCIPALES LOCALITÉS DE LA CÔTE-D'OR ET DE L'YONNE, où ces espèces ont été observées. Les lettres L indiquent la lumachelle, F le foie-de-veau et G le calcaire à Gryphées. | | | |
|---|---|---|---|---|
| res. | | | | |
| *P. vulgaris*, d'Orb. *Toarcien* . | L | » | » | Semur. Rare. |
| . . . . . | » | F | G | Partout. Commune. |
| . . . . . | L | » | » | Semur. Très rare. |
| aires. | | | | |
| ges. | | | | |
| . . . . . | » | F | G | Semur, Vic-de-Chassenay, St-Euphrone. Assez rare. |
| . . . . . | L | F | G | Montlay, Leurey, Vic-de-Chassenay. Avallon. Assez rare. |
| . . . . . | » | F | » | Vic-de-Chassenay, Leurey. Commune. |

## *Séance du 7 février* 1859.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. Collomb, archiviste, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Martin, rue Chabot-Charny, n° 81, à Dijon (Côte-d'Or), présenté par MM. Beaudouin et Cotteau.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, janvier 1859.

De la part de M. O. Terquem, *Recherches sur les foraminifères du lias du département de la Moselle*, in-8, 94 p., 4 pl. Metz, 1858, chez F. Blanc.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1859, 1er semestre, t. XLVIII, nos 4 et 5.

*L'Institut*, nos 1308 et 1309, 1859.

*Journal d'agriculture de la Côte-d'Or*, nos 8 et 9, août et septembre 1858.

*Bulletin de la Société de l'industrie minérale de Saint-Étienne*, t. IV, 1re livraison, juillet-août-septembre 1858.

*The Athenæum*, nos 1631 et 1632, 1859.

*The Atlantic*, n° 111, janvier 1859.

*Neues Jahrbuch*, etc., de MM. Leonhard et Bronn, 1858, n° 6.

*Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt*, etc., par le Dr Petermann, 1858, XII.

*Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales*, t. IX, n° 1, janvier 1859.

*The american journal*, by Silliman, 2e ser., n° 79, janvier 1859.

*The Canadian journal of industry, science and art*, novembre 1858. Toronto.

*The Canadian naturalist and geologist and proc. of the nat. hist. of Montreal*, vol. III, n° 6, décembre 1858.

M. Triger élève une réclamation à l'occasion de l'impression d'une de ses notes sur la craie de la Sarthe. Après quelques explications données par MM. Hébert et d'Archiac la Société passe à l'ordre du jour.

Le Président donne lecture d'une lettre de M. le ministre de l'Instruction publique, qui annonce à la Société qu'une allocade 1000 francs lui est accordée pour la continuation de la publication de l'*Histoire des progrès de la géologie*, par M. d'Archiac, et des *Mémoires*.

M. Piette, en collaboration de M. Terquem, communique un travail sur les grès du Luxembourg.

M. Cotteau lit une note sur le genre *Galeropygus*.

## *Note sur le genre* GALEROPYGUS, par M. Cotteau.

Il y a quelques années, en étudiant les *Hyboclypus gibberulus* qu'on rencontre en si grande abondance et le plus souvent si parfaits de conservation dans certaines assises de l'étage bathonien de la Sarthe, nous avons reconnu qu'on avait réuni, en Angleterre, aux véritables *Hyboclypus* une espèce qui s'en éloignait par plusieurs caractères essentiels, et nous l'avons séparée sous le nom de *Galeropygus*. La première mention de ce genre se trouve dans une note publiée en 1856, *Sur les Échinides de la Sarthe* (1). M. Desor, dans le *Synopsis des Échinides fossiles*, adopta sans hésiter le genre *Galeropygus*, le considérant comme un intermédiaire très naturel entre les *Hyboclypus* et les *Pygaster* (2). M. Desor et moi nous n'avions donné de ce nouveau genre qu'une description trop succincte, exagérant peut-être un peu la ressemblance de son péristome avec celui des *Pygaster*; aussi M. Ébray, qui ne connaissait probablement pas les magnifiques figures du *Geological Survey* (3), crut-il devoir établir le genre *Centropygus* pour certaines espèces

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIII, p. 648.
(2) *Synopsis des Éch. foss.*, p. 167.
(3) Forbes, *Mem. of geol. Survey*, déc. IV, pl. IV.

qui appartiennent incontestablement, suivant nous, aux *Galeropygus* (1). Dans ses *Études paléontologiques* (2) et dans une seconde Note tout récemment publiée (3), M. Ébray va plus loin encore. Frappé des différences qui existent relativement à la forme du péristome entre les caractères assignés par M. Desor aux *Galeropygus*, ceux qui résultent de la description et des figures que nous avons données d'une petite espèce de *Galeropygus* de la Sarthe (*Galeropygus disculus*) (4), et ceux que présentent les *Centropygus*, il propose une troisième coupe générique dont notre *Galeropygus disculus* serait le type.

D'un autre côté, M. Wright procède d'un point de vue tout différent. Suivant lui, le genre *Galeropygus* se confond avec les *Hyboclypus*, et il le rejette absolument de la méthode (5). En présence d'opinions aussi divergentes, il nous paraît nécessaire de préciser avec détails les caractères du genre *Galeropygus*, et de démontrer qu'il doit être maintenu, en y réunissant toutefois les deux genres que M. Ébray propose d'en démembrer.

### *Galeropygus*, Cotteau, 1856.

Test de taille variable, subcirculaire, plus ou moins déprimé. Pores disposés par simples paires. Sommet ambulacraire subcentral; ambulacres antérieurs droits; ambulacres postérieurs quelquefois légèrement flexueux. Tubercules petits, crénelés, perforés, épars. Appareil apicial subcompacte (6). Anus situé à la face su-

---

(1) Ébray, *Note sur un nouveau genre d'Échinoderme* (*Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XV, p. 482).

(2) Ébray, *Études paléontologiques sur le département de la Nièvre*, p. 46.

(3) Ébray, *Note sur la classification des Echinoconidæ* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, t. XV, p. 523).

(4) *Éch. de la Sarthe*, p. 36, pl. VII, fig. 5-8.

(5) *Monog. Brit. foss. Echinod.*, p. 295.

(6) L'appareil apicial dans les Échinides irréguliers est *compacte*, *subcompacte* ou *allongé*.

Il est *compacte* lorsque les plaques génitales forment un cercle autour du corps madréporiforme, et que les cinq plaques ocellaires, toujours très petites, sont intercalées aux angles des plaques génitales : tels sont les appareils des *Holectypus*, des *Echinoconus*.

Il est *subcompacte* lorsque les trois plaques ocellaires antérieures sont intercalées à l'angle des plaques génitales, mais que les deux plaques ocellaires postérieures sont longitudinalement sur la même ligne que les plaques génitales latéro-postérieures; quelquefois la

périeure dans un sillon profond qui prend naissance au sommet, et se prolonge en s'évasant et s'atténuant jusqu'au bord postérieur. Péristome étroit, plus ou moins circulaire, subdécagonal, marqué d'échancrures aux angles des ambulacres, s'ouvrant dans une dépression profonde de la face inférieure; quelquefois aux approches de la bouche, les ambulacres se resserrent, se dépriment, et l'extrémité des interambulacres paraît légèrement saillante.

Ainsi caractérisé, le genre *Galeropygus* se distingue bien nettement des *Hyboclypus*, surtout par la structure de son appareil apicial. Quand nous avons établi ce genre, nous ne connaissions cet appareil que par son empreinte subcirculaire et dentelée sur les bords, mais la forme de cette empreinte suffisait pour démontrer que les plaques génitales et ocellaires ne pouvaient être disposées sur un plan allongé, comme dans les *Hyboclypus*. La figure que M. Ébray nous a donnée de cet appareil est venue confirmer nos conjectures, et ne laisse plus aucun doute sur la valeur du genre *Galeropygus* (1). M. Wright cependant n'a pas cru devoir l'adopter; nous nous en étonnons d'autant plus que le savant professeur a figuré, dans sa *Monographie des Échinides jurassiques d'Angleterre*, un appareil apicial de *Galeropygus* (*G. caudatus*) (2). Il suffit de comparer cet appareil avec celui des *Hyboclypus gibberulus* et *ovalis*, représentés avec tant de soin dans le même ouvrage (3), pour se convaincre des profondes différences qui les séparent. Dans le premier, les plaques ocellaires, latérales, antérieures, sont rejetées à l'angle des plaques génitales. Dans les véritables *Hyboclypus*, au contraire, ces mêmes plaques sont placées longitudinalement sur la même ligne que les plaques génitales.

---

plaque génitale impaire manque tout à fait; le plus souvent cependant elle se fractionne en deux ou trois petites plaques dites complémentaires qui remontent jusqu'au corps madréporiforme. Cette disposition des plaques donne à l'appareil un aspect subcirculaire, un peu plus long que large : tels sont les appareils des *Pyrina*, des *Galeropygus*.

Il est *allongé* lorsque les quatre plaques ocellaires, latérales, antérieures et postérieures, sont longitudinalement sur la même ligne que les plaques génitales. Comme dans l'appareil précédent, la plaque génitale impaire fait défaut; le plus souvent cependant elle est représentée par une ou plusieurs petites plaques complémentaires, irrégulières et imperforées : tel est l'appareil des *Hyboclypus*.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XV, p. 484.
(2) *Monog. Brit. foss. Echinod.*, p. 297, pl. XXII, fig. 2 *h*.
(3) *Id.*, pl. XXI, fig. 2 *e*, et pl. XX, fig. 2 *e*.

L'un constitue un appareil subcompacte, et l'autre un appareil allongé. Assurément il ne faut pas attacher à la disposition des plaques génitales et ocellaires une importance exagérée. D'Orbigny était allé trop loin lorsqu'il considérait cet appareil comme un caractère de premier ordre, et qu'il s'en servait avant tous les autres pour distinguer ses familles (1). Une pareille opinion ne peut être soutenue en présence des genres *Dysaster* et *Collyrites*, *Ananchytes* et *Stenonia*, qui font évidemment partie des mêmes familles, et diffèrent cependant d'une manière si tranchée par la structure de leur appareil ; mais un excès contraire est à éviter. N'oublions pas que l'appareil apicial joue un rôle important dans l'organisation des Échinides ; que la disposition compacte, subcompacte ou allongée de ses plaques, se reproduit dans toutes les espèces d'un même type avec une constance remarquable, et qu'il est appelé par cela même à fournir pour la classification des Échinides un excellent caractère générique. Les *Galeropygus* diffèrent des *Hyboclypus* non-seulement par leur appareil apicial, mais encore par leur péristome décagonal, et s'ouvrant dans une dépression souvent profonde de la face inférieure.

Nous réunissons aux *Galeropygus* les *Centropygus* de M. Ébray, qui n'hésitera pas lui-même, nous en sommes convaincu, à approuver ce rapprochement. D'après sa dernière note, le genre *Centropygus* ne s'éloigne des *Galeropygus* que par son péristome non décagonal, dépourvu d'entailles et muni de bourrelets rudimentaires. Ces différences ne portent, comme on le voit, que sur le péristome et sont loin d'être aussi tranchées que paraît le croire M. Ébray. Dans le *Galeropygus agariciformis*, le péristome, tout en étant circulaire et muni de dix entailles apparentes, est relativement très petit et ses entailles beaucoup moins profondes que celles des *Holectypus* ou des *Pygaster*. Ce qui a pu produire l'erreur de M. Ébray, c'est qu'on a jusqu'ici rapproché à tort le *Galeropygus* des *Pygaster* dont ils diffèrent essentiellement, autant par leur péristome que par tous leurs autres caractères. Du reste, le *Galeropygus agariciformis* n'est pas la seule espèce que nous connaissions aujourd'hui : les *Galeropygus disculus*, *caudatus*, *Nodoti* se rapprochent plus encore des *Centropygus;* le péristome affecte une forme moins régulièrement circulaire, plus allongée, quelquefois subpentagonale, et les entailles dont il est pourvu sont moins prononcées. Dans le *Galeropygus disculus*, par exemple,

(1) D'Orbigny, *Paléont. franç.*, *terr. crét.*, t. VI, p. 41.

dont la bouche est très enfoncée, elles sont à peine visibles sans le secours de la loupe. Quant aux bourrelets que M. Ébray signale à l'extrémité buccale des interambulacres, ils n'ont qu'une importance zoologique très secondaire, et nous ne saurions y voir un caractère suffisant pour l'établissement d'un genre. Nous ne les avons remarqués, il est vrai, dans aucune de nos espèces; cependant, chez certains exemplaires du *Galeropygus agariciformis*, les ambulacres se dépriment près de la bouche, et les interambulacres paraissent alors légèrement renflés; n'est-ce pas là un acheminement vers les bourrelets rudimentaires des *Centropygus?* Ce que nous venons de dire s'applique également à cette troisième coupe générique que M. Ébray place à côté des *Centropygus* en lui donnant pour type notre *Galeropygus disculus*. Nous reconnaissons que dans la planche VII de nos Échinides de la Sarthe, le péristome de cette espèce présente une forme pentagonale trop accusée. Le dessinateur a eu le tort de préciser des contours qu'il ne voyait qu'imparfaitement; dans l'exemplaire qui lui a servi de modèle et que nous venons de nouveau d'examiner avec soin, le péristome est plus ovale, très enfoncé et muni de dix petites entailles, comme celui des *Galeropygus*, dont il ne saurait être génériquement distingué.

Le genre *Galeropygus* est spécial jusqu'ici au terrain jurassique inférieur; nous connaissons les quatre espèces suivantes:

1° *Galeropygus agariciformis*, Cott., 1856 (*Hyboclypus*, Forb., 1851).

*Hyboclypus agariciformis*, Forbes in Wright, *On the Cassid. of the ool.*, p. 19, 1851.—Forbes, *Mem. of the geol. surv.*, dec. V, pl. IV, 1852. *Nucleolites decollatus*, Quenstedt, *Handbuch der Petrefact.*, pl. 6, fig. 6, p. 585, 1852. *Hyboclypus agariciformis*, Forbes in Morris, *Catal. of Brit. foss.*, 2e éd., p. 82, 1854. *Galeropygus agariciformis*, Cotteau, Note sur les Éch. foss. de la Sarthe, *Bull., Soc. géol. de Fr.*, t. XIII, p. 649, 1857. — Desor, *Synopsis des Éch. foss.*, p. 167, 1857. *Hyboclyp. agariciformis*, Wright, *Monog. Brit. foss. Echinod.*, p. 292, 1857.

Nous n'hésitons pas à réunir à cette espèce, comme l'a fait avant nous M. Wright, le *Nucleolites decollatus*, de Quenstedt. C'est à tort que M. Desor le considère comme synonyme de l'*Hyboclypus* Marcou (1). Cette dernière espèce est beaucoup moins

(1) *Synopsis des Éch. foss.*, p. 193.

large et son appareil apicial, à en juger par l'empreinte qu'il a laissée, est allongée comme celle des *Hyboclypus*.

*Loc.* — Oolite inférieure de Leckhampton, Crickley, Coopers, Cleeve et Camlong Down près Uley Bury, dans le Gloucestershire. — Vayford et Scarborough, dans le Dorsetshire. — Grande oolite de Minchinampton. Jura brun de Laufen près Balingen (Quenstedt). Le *Galeropygus agariciformis* n'a pas encore été signalé en France. Coll. Michelin, Wright, Fraas, ma collection.

2. *Galeropygus disculus*, Cotteau, 1857.

*Hyboclypus disculus*, Cotteau in Desor, *Synopsis des Éch. foss.*, p. 193, 1857. *Galeropygus disculus*, Cotteau et Triger, Éch. du département de la Sarthe, p. 36, pl. VII, fig. 5-8, 1858.

*Loc.* — Bradford clay de Pechesoul (Sarthe). Très rare. Coll. Davoust.

3. *Galeropygus caudatus*, Cott., 1859 (*Hyboclypus*, Wright, 1851).

*Hyboclypus caudatus*, Wright, *On the Cassid. of the ool.*, p. 20, pl. III, fig. 2, 1851. — Forbes in Morris, *Catal. of Brit. foss.*, 2e éd., p. 82, 1854. — Desor, *Synopsis des Échin. foss.*, p. 193, 1857. — Wright, *Monog. of Brit. foss. Echinod.*, pl. XXII, fig. 2, 1858.

*Loc.*— Oolite inférieure de Leckhampton, Birdlip, Shurdington et Ravensgate. — Grande oolite de Minchinampton.— En France cette jolie espèce n'a été rencontrée qu'à Bayeux; elle y est extrêmement rare.

*Coll.* Michelin, Wright, Deslonchamps; ma collection.

4. *Galeropygus Nodoti*, Cotteau, 1859. N. sp.

Espèce de taille moyenne, subcirculaire, un peu plus longue que large, arrondie en avant, subrostrée en arrière; face supérieure uniformément bombée, déclive dans la région postérieure; face inférieure renflée sur les bords, très profondément concave au milieu. Sommet subcentral, un peu excentrique en avant; ambulacres postérieurs non flexueux, disparaissant près du sommet dans le sillon anal. Tubercules très petits, à scrobicules enfoncés, épars, abondants, un peu espacés à la face supérieure, plus gros et plus serrés vers l'ambitus. L'appareil apicial n'existe plus, mais il a laissé une empreinte qui dénote sa forme subcompacte.

Anus allongé, situé à la partie supérieure d'un sillon profond, très large, qui part du sommet et descend en s'atténuant jusqu'au bord postérieur. Péristome un peu excentrique en avant, ovale, situé dans une dépression profonde, marqué de dix petites entailles qui correspondent aux angles des ambulacres.

*Rapports et différences.* — C'est avec le *Galeropygus disculus* que cette espèce offre le plus de ressemblance; elle s'en distingue cependant nettement par sa forme plus bombée, sa face inférieure plus renflée sur les bords, beaucoup plus concave au milieu; son péristome plus développé, et surtout par son sillon anal relativement bien plus large et moins apparent près du bord postérieur.

*Loc.* — Étage bathonien de Sélongey (Côte-d'Or) et du département de la Sarthe.

Musée de Dijon, ma collection.

Il faudra probablement ajouter à ces quatre espèces deux autres que nous ne connaissons pas, recueillies par M. Ébray dans l'oolite inférieure de la Grenouille (Nièvre). M. Ébray a figuré l'appareil apicial de l'une de ces espèces; il est surtout remarquable par le développement extraordinaire des deux plaques ocellaires inférieures, et se distingue facilement par ce caractère de l'appareil apicial du *Galeropygus caudatus* figuré par M. Wright, et chez lequel ces deux mêmes plaques sont extrêmement petites.

M. Desor place le genre *Galeropygus* dans la famille des Galéridées (Echinoconidées, d'Orbigny), entre les *Pygaster* et les *Holectypus*. Il nous reste à examiner si cette place qui lui est attribué dans le *Synopsis* est bien en rapport avec l'ensemble des caractères que nous venons d'énumérer.

La famille des Échinoconidées est l'une des plus intéressantes de la grande division des Échinides irréguliers. Les genres qui la composent, placés d'abord par M. Agassiz parmi les Clypéastroïdes (1), furent plus tard considérés comme une section des Cassidulides (2). M. Albin Gras, le premier, les érigea en famille distincte (3). Cette nouvelle division, parfaitement naturelle, est aujourd'hui admise dans la méthode. M. Desor lui conserve le nom de Galéridées. D'Orbigny, et d'après lui M. Wright, remplacèrent ce nom par celui d'Échinoconidées. Dans une note pré-

---

(1) *Prod. d'une monog. des radiaires* (*Mém. Soc. des sc. nat. de Neuchâtel*, t. I, p. 185).

(2) Agassiz et Desor, *Cat. rais. des Éch.* (*Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. VII, p. 143).

(3) *Oursins fossiles de l'Isère*, p. 40.

cédente nous avons indiqué les motifs qui nous engagent à adopter cette dernière dénomination; nous n'y reviendrons pas (1).

Cette famille, telle que la circonscrit M. Desor, présente deux types bien distincts : ce sont, d'un côté, les *Pygaster* et les *Holectypus*, remarquables par leur forme presque circulaire, leur bouche centrale, décagonale, munie d'un appareil dentaire. De l'autre, ce sont les Échinonées à la forme elliptique, au péristome étroit, oblique et certainement édenté. Ces deux types ont servi à M. Desor à établir deux groupes basés sur la présence ou l'absence d'un appareil masticatoire, le premier comprenant tous les genres fossiles, le second ne s'appliquant qu'aux Échinonées.

Dans la méthode actuelle, il ne nous paraît pas possible de réunir en une même famille des genres pourvus de mâchoires et d'autres qui ne le sont pas. Aussi n'hésitons-nous pas, à l'exemple de M. Wright, à séparer des Échinoconidées les genres édentés, et à en faire la famille des Échinonéidées.

Dans laquelle de ces deux familles classerons-nous le genre *Galeropygus?* Aucun doute ne peut exister relativement aux *Pygaster* (2), aux *Pileus* (3), aux *Holectypus* (4) et aux *Echinoconus* (5), car ils présentent des traces incontestables d'appareil masticatoire; par analogie, on doit supposer que cet appareil existait également chez les *Discoidea* et les *Anorthopygus*. Mais il n'en est pas de même des *Pyrina*, des *Desorella*, des *Galeropygus*, des *Hyboclypus* et des *Pachyclypus* chez lesquels rien de pareil n'a été signalé. M. Desor, cependant, les range provisoirement dans son groupe des Galéridées. Il nous semble plus rationnel de les réunir aux Échinonées, dont ils se rapprochent certainement bien davantage par l'ensemble de leurs caractères. Le genre *Galeropygus* est peut-être le seul qui nous laisse quelque incertitude; mais si, d'un

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XIV, p. 418.

(2) Desor, *Monog. des Galérites*, p. 76. — Michelin, *Description de quelques espèces d'Échinod. foss.* (*Rev. et mag. de zool.*, 2e sér., t. V, p. 36, 1856).

(3) Cotteau, *Études sur les Éch. foss. du dép. de l'Yonne*, t. I, p. 207, pl. XXX, fig. 1.

(4) Th. Wright, *Monog. Brit. foss. Echinod.*, p. 262, pl. XVIII, fig. 1 *g*. — Nous possédons dans notre collection un moule intérieur siliceux de l'*Holectypus Raulini*, présentant des empreintes positives de l'appareil masticatoire.

(5) *Monog. des Galérites*, p. 12, pl. XIII, fig. 7. — Forbes, *Mem. of geol. Survey*, dec. III, pl. VIII, fig. 10. — Desor, *Synopsis des Éch. foss.*, p. 182, pl. XXX, fig. 8.

côté, son péristome subdécagonal est mieux disposé que celui des *Pyrina* ou des *Desorella* pour recevoir un appareil dentaire, nous devons reconnaître que sa physionomie générale, la forme étroite et souvent allongée de son péristome, la structure subcompacte de son appareil apicial, l'éloignent des véritables *Echinoconus*. Aussi jusqu'à ce qu'il soit démontré que ce genre est muni de mâchoires, nous croyons devoir le placer dans les Échinonéidées, entre les *Desorella* et les *Hyboclypus*.

Le Secrétaire donne communication du mémoire suivant de M. J. Kœchlin-Schlumberger :

*Observations critiques sur un mémoire de M. Gras, intitulé : Comparaison chronologique des terrains quaternaires de l'Alsace avec ceux de la vallée du Rhône dans le Dauphiné* (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XV, p. 148) ; par M. J. Kœchlin-Schlumberger (Pl. VII).

Le but de M. Gras dans le travail que je viens de citer a été, comme du reste le titre l'indique, la comparaison du diluvium de la vallée du Rhin avec celui de la vallée du Rhône. Je n'ai aucune intention de m'occuper de la parallélisation de ces deux contrées, et encore, si je le voulais, la connaissance très imparfaite que j'ai de la vallée du Rhône m'en empêcherait ; mais je veux examiner ce qui dans le mémoire du savant géologue s'applique au diluvium de la vallée du Rhin, me bornant le plus souvent à retracer exactement les faits observés par moi, et en empiétant le moins possible sur le vaste champ des hypothèses. M. Gras m'a cité plusieurs fois dans le cours de son travail ; il a bien voulu dire aussi que je connaissais parfaitement la géologie des environs de Mulhouse ; on pourrait donc très bien induire de là que ses idées sur le diluvium de l'Alsace sont les miennes. Comme cependant il n'en est pas ainsi, il me semble que j'ai un intérêt direct et presque personnel à relever ce que dans le mémoire en question je crois devoir considérer comme erroné ou au moins comme hasardé.

Pour plus de clarté, je diviserai mon travail en deux parties : la première sera consacrée à discuter les observations et opinions de M. Gras ; dans la seconde, je produirai les faits récemment observés par moi, et qui conduiront à des conclusions nouvelles et toutes différentes de celles résultant des observations faites jusqu'à ce jour.

PREMIÈRE PARTIE.

Pour procéder avec plus de méthode, je suivrai, dans les observations que j'ai à produire, l'ordre adopté par M. Gras dans sa description.

M. Gras, en donnant une description topographique succincte de la vallée du Rhin *aux environs de Bâle* (*sic*), la divise en deux parties distinctes sous le rapport de la configuration extérieure et sous celui de la constitution géologique. L'une, le Sundgau, serait limitée au S.-E. par le *Jura soleurois*.

Cette expression de *Jura soleurois* est encore employée quatre ou cinq fois dans le cours du mémoire; elle ne peut avoir une signification douteuse, et ne peut s'appliquer raisonnablement qu'à la partie des monts Jura située dans le canton de Soleure. Or, en inspectant la carte, on voit que cette partie ne touche que sur une très faible étendue le diluvium constituant le bassin du Rhin. En effet, le développement de la limite méridionale du diluvium, depuis l'embouchure de la Birse dans le Rhin jusqu'au canal du Rhône au Rhin, est d'environ 76 kilomètres. Sur cette étendue, il y a compris dans

| | |
|---|---|
| Le Jura du canton de Bâle. . . . . | 15 kilom. |
| Le Jura du canton de Soleure . . . . . | 4 |
| Le Jura du département du Haut-Rhin. | 41 |
| Le Jura du canton de Berne . . . . . | 16 |
| | 76 kilom. |

Cette limite jurassique est donc improprement appelée *Jura soleurois*.

M. Gras signale comme un fait particulier, et qui lui sert ensuite pour établir l'analogie du diluvium dans la vallée du Rhône avec celui dans la vallée du Rhin, que dans cette dernière le diluvium, s'appuyant d'un côté sur les monts Jura, de l'autre sur les Vosges, se relève au pied de ces montagnes comme dans la vallée du Rhône; mais ce fait tel qu'il se présente ici ne me paraît se prêter à une comparaison ni avec ce qui existe dans la vallée du Rhône ni dans aucune autre localité. Que le diluvium sorti des vallées des Vosges ne soit d'une épaisseur et à un niveau supérieur au pied de ces montagnes, qu'après s'en être éloigné de plusieurs lieues, comme par exemple de Thann à Sausheim, tout le monde le comprendra. On comprendra également que le gravier alpin, débouchant aux environs de Bâle dans la plaine du Rhin, se puis-

sance et son altitude soient au maximum à Bâle même, et qu'elles diminuent graduellement dans la direction du nord. Mais il en est tout autrement du gravier de Sundgau; ce ne sont pas les monts Jura auxquels il est adossé qui en ont fourni la substance, et son maximum d'altitude et d'épaisseur serait situé, d'après M. Gras, à 12 ou 14 kilomètres du débouché des environs de Bâle. Il me paraît, évident, d'après cela, que les monts Jura sont dans un tout autre rapport avec le diluvium que ne le sont les Vosges, et qu'il y a là deux situations qui échappent à la comparaison.

*M. Gras*, en parlant des assises tertiaires sur lesquelles repose le terrain de transport du Sundgau, dit que les calcaires compactes, d'aspect lacustre, qu'on voit par exemple entre Mulhouse et Altkirch, alternent avec des marnes schistoïdes d'autant plus abondantes qu'on s'enfonce davantage. Je ne sais de qui l'auteur tient ce renseignement; car dans les nombreuses carrières il n'a rien pu voir de tel par lui-même. Il n'est sans doute pas impossible que, dans une grande profondeur, ces calcaires d'eau douce reposent sur des marnes; mais ce n'est là qu'une conjecture. Dans les affleurements, les bancs marneux sont rares, irréguliers, sans alternances et sans augmenter dans le bas. J'ai tout récemment visité les carrières de Brunstatt, où le calcaire d'eau douce est développé en parois verticales de 16 à 18 mètres de hauteur, j'ai vu les bancs les plus inférieurs être les plus épais et offrir la roche la plus compacte.

Le tertiaire marin, dont l'auteur parle un peu plus loin, n'a sans doute pas été observé par lui en beaucoup d'endroits, pour qu'il se soit cru autorisé à dire qu'il est sans stratification distincte. Quand le tertiaire est constitué par du grès, il arrive quelquefois que les assises supérieures ne présentent qu'un sable sans aucune consistance et sans stratification apparente. Il en est ainsi à Dannemarie et dans la tranchée du chemin de fer à Ballersdorf; mais même ici les assises inférieures offrent des bancs solides et stratifiés. Dans d'autres localités, comme à Bettlach, sur le chemin de Hirsingue à Heimersdorf, le long de la route de Thann à Guewenheim, à Santheim, à Allochwyller, le grès tertiaire a une allure très régulière et palpable. Si je voulais sortir du Sundgau proprement dit, je pourrais citer une foule de localités où les choses se passent de même.

Quand le tertiaire se présente sous la forme de marne bleue, quoique alors d'une apparence si homogène, on y découvre cependant des bancs d'un grès fin, très quartzeux, dur et solide, et

dont la stratification est toujours très régulière. A Ollwiller, ces bancs atteignent de 8 à 10 centimètres; dans la marnière près d'Altkirch (fig. 4 de M. Gras), ils sont plus rares et d'une moindre épaisseur. J'ai déjà parlé de ces circonstances ailleurs (1).

M. Gras, en décrivant le diluvium du Sundgau, le divise en deux assises : l'inférieure, composée principalement de cailloux roulés; la supérieure, beaucoup moins puissante, composée d'une argile sableuse pure, de gravier, et de même nature que celle qui enveloppe les cailloux. M. Gras dit encore qu'il y a toujours une liaison intime entre ces deux assises.

Ces deux derniers faits ne sont exacts que dans certaines limites, et seulement dans le cas où le gravier du Sundgau atteint la surface du sol. Alors sa partie supérieure est formée de matériaux plus menus; il y a moins de galets et plus de sable, comme on devait s'y attendre d'un calibrage par les eaux où, dans une certaine mesure au moins, les parties les plus fines restent plus longtemps suspendues et se déposent les dernières ; mais, là où le même gravier est recouvert par le lehm, il n'y a pas de liaison avec lui, pas plus que dans la plaine du Rhin, et la séparation est nette. Ce lehm ne doit pas être confondu avec l'argile très sableuse qui enveloppe les galets et dont il diffère complétement ; son aspect et ses caractères physiques le constatent pleinement; il est en poudre impalpable, sans galets ni sable ; contient, quand il est gris, et quelquefois quand il est jaune, les coquilles caractéristiques du lehm alpin. Du reste, l'analyse confirme la différence. L'argile sableuse qui enveloppe les galets dans la partie supérieure de la grande fouille (2) faite au sud-est d'Altkirch, pour en extraire du ballast pour le chemin de fer, ne renferme sur 2000 milligrammes que 3 milligrammes de carbonate de chaux, teneur excessivement faible, et qui est même la moindre de tous les essais que j'ai faits sur les parties menues du diluvium ou sur du lehm.

L'argile sableuse dans laquelle sont logés les galets, dans la carrière de marne tertiaire, coupe de M. Gras, figure 4, ne fait aucune effervescence avec les acides, et ne doit guère contenir plus de carbonate de chaux que la précédente.

Par contre, le lehm gris, qui dans la même carrière est superposé à l'assise à cailloux, a tous les caractères du lehm alpin nor-

---

(1) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. XXVI, p. 99 (*Bulletin de la Société géologique*, 2e sér., t. XIII, p. 729; t. XIV, p. 117).

(2) Voyez le mémoire de M. Gras, p. 167.

mal; il contient une grande proportion de carbonate de chaux qui, par comparaison avec celui d'autres localités, comme de Bartenheim, par exemple, ne peut être moindre de 25 à 30 pour 100.

Les mêmes circonstances, c'est-à-dire la superposition du lehm gris alpin aux cailloux, se rencontrent, entre autres, dans une grande glaisière appartenant à M. Gilardoni, et située entre la carrière à marne tertiaire citée et la gravière du Roggenberg; dans la grande gravière de Niedermuespach, figure 8; à Bartenheim; sur la route de Folgensburg à Wenrentzhausen, gravière en face de la vingt et unième borne kilométrique. Dans tous les cas que je viens de citer, l'assise supérieure du diluvium de Sandgau n'est donc pas de même nature que l'argile sableuse qui enveloppe les galets.

Si, comme le croit M. Gras, et je suis loin de contester cette opinion, le Rhin a fourni un courant particulier qui, prenant son origine à Kaiser-Augst et divergeant ainsi avec le cours actuel du Rhin, s'est dirigé le long du pied des monts Jura jusqu'à Oltingen, et a suivi de là la vallée de l'Ill, l'espace étroit entre Bâle et le point le plus rapproché des monts Jura vers S.-E. devrait montrer le diluvium du Sundgau dans son plus grand développement; ce serait là qu'il devrait présenter la plus grande altitude, la plus grande puissance; ce serait là dans le système même de M. Gras, et non à Bettlach, que devrait se trouver le point culminant du cône produit par ce terrain de transport; c'est là enfin que pressé entre les montagnes triasiques vers le N., jurassiques vers le S., que le diluvium du Sundgau aurait dû s'accumuler pour se repartir ensuite en plan incliné vers les points déclives où le courant diluvien l'entraînait.

Or ici les faits ne confirment pas la déduction théorique : l'espace qui devrait être le point culminant du diluvium du Sundgau n'en renferme pas la moindre trace, tel que M. Gras le conçoit et le décrit, et les recherches que j'ai faites à ce sujet, en partie accompagné de M. Pierre Mérian, ont été négatives; je n'ai trouvé que des dépôts de diluvium identiques avec ceux de la plaine du Rhin.

La ville de Bâle étant placée sur un plateau du diluvium ou de gravier rhénan, les affleurements de ce terrain n'y sont pas rares; il y a d'abord les escarpements naturels du plateau qui forment la rive gauche du Rhin; ensuite les nécessités d'une ville grande et riche ont produit des affouillements nombreux, mais jamais on n'y a rien vu qui ressemble au gravier du Sundgau.

Les points les plus favorables pour observer le diluvium dans les environs de Bâle se trouvent sur le chemin conduisant au Bruderholtz et dans la vallée de la Birsig. Commençons par la description d'une très grande gravière située dans cette vallée, sur le chemin de Binningen, presque en face de l'établissement qui fournit le gaz à la ville de Bâle. Le gravier se montre ici en parois verticales, hautes de 12 à 14 mètres, et reposant sur un tertiaire sableux qui affleure dans le ravin que s'est creusée la Birsig. Il est recouvert d'une argile sableuse et caillouteuse, ayant 25 à 30 centimètres d'épaisseur, d'une couleur brune très foncée que je n'ai pu examiner de près, mais qui représente probablement la couche ferrugineuse supérieure des gravières de la plaine dont il sera question plus loin. Dans le reste de l'épaisseur, le gravier est assez homogène ; il est cependant traversé dans sa partie médiane de bandes ou couches, très irrégulières de forme, fortement coloriées en jaune d'ocre et ayant jusqu'à 2 mètres d'épaisseur. L'état d'altération et la nature des galets sont les mêmes que dans la plaine, et les bandes jaunes ne se distinguent pas sous ce rapport du reste des galets. C'est ici qu'on a rencontré il y a quelques années, à peu près à la moitié de la hauteur de l'escarpement, une défense de mammouth.

La gravière de Binningen est située sur la rive gauche de la Birsig, à l'entrée nord du village ; elle est constituée en commençant par le haut par 60 centimètres de lehm brun, sans coquilles, alternant avec des couches de gravier fin jurassique ; 150 centimètres de gravier jurassique, presque blanc, dont les galets n'excèdent pas 3 centimètres de diamètre ; 500 centimètres de gravier rhénan avec bandes noirâtres et brunes ondulées, très imparfaitement horizontales.

Il n'y a encore rien ici qui rappelle le gravier de Sundgau.

Je me suis rendu ensuite par Bottmingen, Oberwyler à Allschwyler. Au sortir du second de ces villages, j'ai rencontré un dépôt de gravier rhénan bien caractérisé. A l'entrée d'Allschwyler, le talus d'une rampe montre 5 à 6 mètres de lehm jaune, sableux, mêlé de cailloux de toute grosseur ; mais ces cailloux ne sont pas plus décomposés que ceux du gravier rhénan, et il n'y a pas trace de flysch polyédrique.

En poursuivant ma course vers le N.-O., j'ai rencontré entre Hegenheim et Hesingen, à 200 mètres et au sud-ouest de la route, une fouille on petite carrière établie sur le penchant de la colline, qui est constituée comme suit, en commençant par le haut :

*a.* 1m,20 lehm jaune, mêlé de cailloux gros et petits.

*b.* 0m,25 gravier du Sundgau, ocreux, et avec le flysch polyédrique caractéristique.

*c.* 3 mètres gravier rhénan normal; il y a passablement de calcaire jurassique, notamment un bloc de 30 centimètres.

*d.* Grès tertiaire en bancs qui paraissent horizontaux.

Le gravier rhénan contient, à peu près dans le milieu de son épaisseur, des couches qui sont tout aussi ocreuses que la couche *b*. Ce caractère tiré de la couleur, comme on a déjà pu le voir à Bâle et à *Birmingen*, est donc très insuffisant pour reconnaître le gravier du Sundgau; il faut y joindre les galets de flysch avec leur *clivage* et leur altération toute particulière.

Dans cette localité, le niveau supérieur du gravier rhénan se trouve à 10 mètres au-dessous du plateau sur lequel sont bâtis les villages de Hegenheim et de Hesingen. Les collines qui limitent ici la plaine du Rhin forment donc une troisième terrasse à ajouter aux deux indiquées par M. Daubrée (1), mais déjà signalé précédemment par M. Pierre Mérian.

A Blotzheim, on rencontre un affleurement dans un chemin qui, à l'extrémité sud du village, monte en pente douce au bas des vignes. Ici il y a en partant du haut :

*a.* 2 mètres lehm gris, jaunâtre, argileux.

*b.* 3m,50 gravier rhénan.

Il n'y a donc non plus ici de diluvium sundgowien.

La limite supéreure du gravier rhénan s'élève dans cet affleurement à 12 ou 14 mètres au-dessus de la route de Hesingen à Blotzheim; mais il est probable qu'en s'éloignant vers l'intérieur de la colline, cette altitude augmente notablement.

Enfin, dans la partie de la vallée de la Birse comprise dans l'étranglement où tous les matériaux de transport qui comblent aujourd'hui la vallée du Rhin ont dû passer, le gravier rhénan supporte des graviers purement jurassiques et point de diluvium du Sundgau.

Je ferai encore remarquer que dans le système de M. Gras, qui consiste à considérer le gravier du Sundgau et celui du Rhin comme dépôts d'âges différents, et à admettre, entre Kaiser-Augst, Bettlach et Oltingen, une dépression par laquelle le gravier sundgowien s'est écoulé, on ne concevrait pas que cette voie toute tracée n'ait pas été suivie par le gravier rhénan qui ne se montre

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. VII, p. 434.

cependant pas dans le Sundgau, sauf sur une faible partie de sa lisière N.-E.

Puisque j'ai prononcé le nom de Bettlach, à l'E. duquel est située la colline où le diluvium du Sundgau atteint sa plus grande altitude, je veux ici épuiser ce que j'ai à dire sur ce point.

En indiquant pour cette altitude le chiffre de 554 mètres, M. Gras, par erreur de plume ou d'impression, l'exagère de 20 mètres, puisque la cote de la carte du dépôt de la guerre n'est que de 534 mètres. M. Gras croit avec raison que la puissance et l'altitude du diluvium du Sundgau, comme de tout autre, doivent augmenter à mesure qu'on se rapproche de l'origine du courant qui a produit son dépôt. Par une illusion que je ne comprends pas, il place cette origine non à Bâle, mais à Bettlach, et pour être conséquent avec son système, il veut que là où existe la plus grande altitude, il y ait aussi la plus grande épaisseur; il évalue cette épaisseur à 150 mètres à Bettlach.

La visite que j'ai faite sur les lieux m'a prouvé que cette évaluation était exagérée de beaucoup.

Quand, arrivant par la route de Folgensburg, on s'arrête à la première maison de Bettlach, on a à sa gauche la colline avec la cote de 534 mètres, séparée de la route par une petite vallée; à sa droite et à côté de la route, on voit des carrières ouvertes dans le grès tertiaire stratifié horizontalement. La limite supérieure de ce grès s'élève au-dessus de la route de 2 à 3 mètres; j'ai évalué la hauteur de la cîme de la colline à l'E., au-dessus du grès, de 33 à 38 mètres. Si donc on supposait que le grès continuât sous la colline avec son allure horizontale, on n'aurait guère que 35 mètres de puissance pour le diluvium du Sundgau en cet endroit.

Mais il y a plus. En montant cette colline, on voit que les deux tiers inférieurs de sa hauteur sont composés d'un terrain très marécageux qui provoque une végétation luxuriante de plantes aquatiques, et montre en abondance l'*Equisetum fluviatile* atteignant $1^{m},50$ de hauteur. Mon guide, homme du village, m'a fait remarquer le commencement du *Kiessboden* (terrain à gravier) qui forme à peu près le dernier tiers de la colline. Ici le sol change immédiatement d'aspect, la végétation devient sèche, et les plantes aquatiques disparaissent comme par enchantement. En fouillant le sol, j'ai reconnu un sable ferrugineux avec galets, mais je n'ai pu m'assurer si parmi eux il y avait des flysch polyédriques.

Si, comme cela est très probable pour moi (1), cette bande

(1) Dans beaucoup de localités, le tertiaire sous-jacent au diluvium

marécageuse de la colline doit être attribuée au tertiaire, la puissance du diluvium serait réduite à 17 ou 18 mètres.

M. Daubrée (1) avait évalué la puissance moyenne du diluvium du Sundgau de 25 à 30 mètres; il avait indiqué comme maximum celle de 50 mètres au Roggenberg. Ces évaluations me paraissent bien élevées, surtout la première; cependant M. Gras, sans donner aucun motif de son opinion et surtout de la divergence qu'elle présente avec celle de M. Daubrée, met l'épaisseur moyenne à 50 mètres, et, comme nous avons vu, le maximum à 150 mètres.

Dans mes observations sur les lieux, j'ai trouvé le gravier du Sundgau très irrégulier quant à sa puissance; le plus souvent on ne peut connaître d'une manière exacte cette puissance que quand le tertiaire sous-jacent est mis à nu par l'exploitation. Or, on comprend qu'on ne recherche pas pour cela les points où le gravier est puissant, puisque son déblai serait trop onéreux. Quoi qu'il en soit, je trouve, comme je viens de le dire, les évaluations de M. Daubrée élevées, et voici comme je m'explique cette exagération supposée.

Quand on voit au pied des collines du Sundgau des gravières qui présentent des parois verticales de diluvium de 10 à 12 mètres, on peut en induire que toute la colline, dont la hauteur est souvent double ou triple, est composée ainsi dans son intérieur, et que la puissance du diluvium est égale à cette hauteur; mais il est évident que lors du cataclysme diluvial qui a creusé les vallées, le diluvium par sa mobilité a comblé les abruptes formés par l'arrachement des bancs tertiaires, a lissé les anfractuosités, et a produit ces talus en pente douce que nous voyons aujourd'hui

---

fait nappe, et sa surface donne lieu à l'écoulement des sources. Dans la ville de Bâle et ses environs, il en est ainsi, et un grand nombre de fontaines de cette ville ont cette origine (voyez Mérian, *Uebersicht der Beschaffenheit der Gebirgsbildungen in den Umgebungen von Basel*, p. 133). Il est plus que probable que dans la région diluviale du Sundgau le plus grand nombre des sources sourdent à la limite du diluvium et du tertiaire. Je n'ai donné que peu d'attention à ce fait; je l'ai observé à Hirsingue, à Blatzheim, et le petit étang du Roggenberg me paraît aussi en être une preuve. Ce que M. Daubrée (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. V, p. 166) dit des sources abondantes du Sundgau me paraît aussi devoir être expliqué dans ce sens, surtout quand je vois que la puissance qu'il donne au gravier du Sundgau au Roggenberg correspond à l'altitude de ce gravier au-dessus de l'étang du Roggenberg.

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. V, p. 166.

border les collines. D'après cette explication, le tertiaire monte probablement plus haut dans l'intérieur des collines et des plateaux que la limite inférieure des affleurements de graviers qu'on trouve au pied des collines, et il en résulte que le gravier a moins d'épaisseur en réalité qu'en apparence.

J'arrive maintenant à une des principales objections à faire au travail de M. Gras : c'est celle qui se présente d'emblée contre sa proposition de distinguer entre le lehm gris de sa première et seconde zone du diluvium sundgowien, et le lehm gris de la plaine du Rhin, et de faire ainsi de ces dépôts des formations d'âges et de caractères différents. M. Gras a été amené à cette conclusion, parce qu'il a trouvé une liaison intime entre le lehm gris et le diluvium du Sundgau ferrugineux, et peut-être aussi parce qu'à l'origine de la plaine du Rhin, le long et au pied des collines, par exemple, qui s'étendent entre Mulhouse et Bâle, il n'a plus retrouvé le lehm gris du Sundgau qui disparaît ici presque complétement. Je montrerai plus loin l'insuffisance de ce dernier motif, et j'expliquerai à ma manière la liaison qui existe dans le Sundgau, non pas entre le lehm gris et le gravier, mais entre le lehm gris et le lehm jaune ou ferrugineux. Or, ce dernier ayant la même couleur qui très souvent est propre au gravier du Sundgau, M. Gras l'y a réuni, et en fin de compte il présente lehm gris, lehm jaune et gravier, comme contemporains. M. Gras définit ainsi ce lehm gris de la première et de la deuxième zone de son diluvium du Sundgau :

« Elle (cette assise) consiste en une marne fine, limoneuse, de couleur grise en général, assez cohérente pour qu'elle puisse être taillée à pic. Dans certaines localités, on y a creusé des caves. L'analyse prouve qu'elle est un mélange intime d'argile, de sable fin et de carbonate de chaux, en proportions variables ; les molécules calcaires se sont quelquefois réunies, et forment dans son sein des concrétions arrondies, creuses à l'intérieur. Sa masse est en général très homogène ; ce n'est que par exception qu'on y trouve çà et là quelques quartzites isolés. »

Cette définition est très bien faite, et sauf le sable que je n'ai pas rencontré dans huit ou dix échantillons du lehm de différentes localités que j'ai soumis à l'analyse, je l'adopte complétement ; mais elle s'applique aussi bien au lehm gris de la plaine du Rhin qu'à celui du diluvium du Sundgau, ce qui est constaté par de nombreux échantillons recueillis par moi dans différentes localités de la plaine du Rhin que j'ai examinés avec soin et souvent ana-

lysés, ou au moins dosés pour leur teneur de carbonate de chaux.

Les localités où le lehm gris est parfaitement identique partout avec le lehm gris du Sundgau sont :

*Rive droite.*

1. Istein reposant sur le jurassique supérieur.
2. Plateau au sud de Schliengen.
3. Schliengen, dans le chemin qui conduit à Kandern.
4. Entre Heitersheim et Krotzingen.
5. Au Kaiserstuhl, reposant sur la dolérite. Puissance, 17 mètres.

*Rive gauche.*

1. Au Bruderholtz, au sud de Bâle, reposant sur les galets rhénans.
2. Sur les bords de l'Ill, en amont de Mulhouse.
3. Tumulus entre Burtzwiller et Schœnensteinbach.
4. Bollwiller, reposant sur le gravier vosgien.
5. Merxheim, reposant sur le gravier vosgien.
6. A Saint-Hippolyte.
7. A Schittigheim, Achenheim, Hangenbieten, Kolbsheim dans le Bas-Rhin ; pour les deux dernières localités reposant sur le grès tertiaire.

Mais il y a une autre similitude bien plus concluante : c'est celle des fossiles. En effet, tous ces lehms gris renferment les mêmes coquilles caractéristiques que celui du Sundgau. Je me dispenserai de donner les noms de ces coquilles que les auteurs ont déjà fait connaître, et dont M. Daubrée (1) donne une liste assez complète, ce me semble ; mais je dois signaler cependant l'espèce la plus abondante et la plus caractéristique, c'est-à-dire *Succinea oblonga*, Drap. Si l'on rencontre cette coquille, on peut être certain d'avoir affaire à du lehm alpin ; car elle est très rare vivante, si toutefois, comme certains auteurs le prétendent, on la rencontre dans cet état dans nos contrées, tandis que pour plusieurs espèces de *Helix*, qui d'après l'abondance viennent sur le deuxième rang, comme *H. hispida*, Linn., et *H. arbustorum*, Linn., il faut les rencontrer bien enfoncées dans l'intérieur du lehm non remanié, si l'on ne veut pas risquer de les confondre avec des individus de notre époque qui, blanchis après la mort par une longue exposi-

(1) *Description géologique et minéralogique du Bas-Rhin*, p. 219.

tion aux agents atmosphériques, ne sont pas faciles à distinguer des fossiles. Cette confusion a déjà eu lieu, sans quoi je n'en parlerais pas.

M. Gras a sans doute suivi le précepte qu'on attribue à Saussure, pour ne pas voir, dans le lehm gris de la carrière de marne près d'Altkirch (fig. n° 4 de son mémoire), les coquilles caractéristiques, et entre autres la *Succinea oblonga*, Drap.; pour ne pas les voir dans l'assise supérieure de sa coupe de Bartenheim, fig. 3. Il aurait pu observer ces coquilles dans la glaisière de M. Gilardoni, située entre la carrière de marne (fig. 4) et la gravière au haut du Roggenberg.

M. Gras cite pour la deuxième zone du terrain de transport les localités de Dornach et Lutterbach pour l'importance des dépôts du lehm gris qui s'y trouvent, et pour la cohérence qui permet d'y creuser des caves sans charpente ni maçonnerie. Toutes ces circonstances s'appliquent évidemment à la tranchée dans laquelle est pratiquée la route impériale entre Burtzwiller et Pfastatt où les coquilles ne manquent pas. Voici encore par abondance quelques localités de la première zone du Sundgau où l'on rencontre le lehm avec les fossiles caractéristiques :

1. Talus de la route en sortant de Waltighofen vers Folgensburg, près de la trentième borne kilométrique.
2. Grande gravière de Niedermuespach.
3. Entrée ouest de Folgensburg, talus de la route impériale.
4. Près d'Oberwiller, sur le chemin d'Allschwyler.
5. Route impériale de Hesingen à Altkirch, à 500 mètres sud-ouest du premier village, dans une très grande fouille.
6. A Dannemarie.
7. Dans l'assise presque non interrompue du lehm entre Riedisheim et Altkirch.
8. Dans les plateaux au sud-ouest de Mulhouse, entre le canal du Rhône au Rhin et la Doller.

Outre ces arguments qui pourront paraître suffisants, il y en a encore d'autres, et d'abord celui de l'indépendance de la formation du lehm alpin : non-seulement elle constitue la dernière assise sur tous les dépôts de transport dans la vallée du Rhin, mais elle repose directement sur les formations d'âge les plus différentes. Ainsi sur le calcaire jurassique, sur le tertiaire marin, sur le calcaire d'eau douce, sur le gravier rhénan, sur le gravier du Sundgau, sur le gravier purement jurassique, et enfin sur celui vosgien.

Quand on voit ensuite ce lehm alpin si homogène, comme venu d'un seul jet de Bâle à Mayence et même jusqu'à Audernach,

partout à l'état de poudre impalpable, sans gravier ni sable, couvrant toutes les formations antérieures avec indépendance, on ne comprendrait pas que dans le Sundgau il soit contemporain du gravier. Comment, en effet, se figurer qu'ici le lehm charrié et déposé pêle-mêle avec le gravier s'en soit séparé cependant si nettement pour n'en plus contenir aucune parcelle? comment comprendre un tamisage aussi exact sur de grandes masses de lehm, et qui atteignent même dans la première zone de M. Gras jusqu'à 5 à 6 mètres d'épaisseur?

*M. Gras*, pour étayer son système, cite les cartes de M. Voltz *et de M. Pierre* Mérian qui, d'après lui, sépareraient aussi le lehm du Sundgau de celui de la plaine du Rhin. Examinons, et commençons par la carte de M. Voltz. Ce géologue a établi trois divisions dans le terrain de transport de la vallée du Rhin : 1° *alluvion ancienne*, 2° *lehm*, 3° *cailloux* et *lehm*.

Si M. Voltz a séparé ainsi les alluvions anciennes du lehm, c'est que, dans l'étendue qu'occupent les premières, il n'y a plus ou presque plus de lehm. Le terrain est composé le plus souvent de gravier rhénan qui, approchant de la surface du sol, prend une plus forte proportion de sable et une moindre de galets, sans changer de nature. Il y a loin de là à cette marne fine, limoneuse, de couleur grise, sans gravier ni sable, qui constitue le véritable lehm. D'ailleurs, les limites des deux formations ne sont pas toujours exactement tracées sur la carte, et le plus souvent l'alluvion ancienne empiète sur le lehm. Ainsi plusieurs dépôts de lehm alpin normal ne sont pas indiqués sur la carte : tel est celui à 500 mètres au sud-ouest de Hesingen, celui de Bollwiller, celui de Merxheim ; mais M. Voltz, en négligeant des détails dans une carte faite à la hâte et sans prétention, n'a pas entendu limiter son lehm X (le véritable lehm avec coquilles) au Sundgau, puisqu'il en a porté une étendue de 9 à 10 kilomètres carrés dans les environs de Bergheim, ce que j'ai vérifié et reconnu exact. Du reste, dans la géognosie de l'Alsace, M. Voltz confirme ce que je viens de dire ; il n'entend nullement séparer le lehm gris du Sundgau de celui du département du Bas-Rhin ; il considère ce lehm (terrain d'alluvion dans le livre cité) comme formant l'assise la plus supérieure et ayant recouvert partout les dépôts du gravier.

Voici ce qu'il dit à ce sujet :

« Dans les environs de Strasbourg, ainsi que dans les environs de Lauterbourg et de Mulhouse, le terrain d'alluvion est composé presque uniquement et sur une grande épaisseur de glaise très

marneuse (leimen). Elle est quelquefois remplie de coquillages terrestres dont les espèces vivent encore en Alsace. »

M. Pierre Mérian n'a donné dans ses deux cartes qu'une faible partie du bassin du Rhin ; il a suivi la division de M. Voltz, ou plutôt il l'a précédé, car son travail est antérieur ; mais, dans sa carte géologique du canton de Bâle, ses limites entre les dépôts de transport du Sundgau et ceux de la plaine proprement dite du Rhin sont plus exactes que celles de M. Voltz. La limite est ici aussi le pied des collines qui s'étendent entre Bâle et Sierentz. Au S.-O. de cette ligne est le lehm (*lehm, sand und sandstein des aufgeschwemmten landes*) ; au N.-E. est le gravier rhénan (*Geroell ablagerungen*). Ce dernier terme traduit littéralement veut dire *dépôts de galets*. Il est donc bien évident que M. Pierre Mérian n'a pas eu l'intention de placer ici une seconde espèce de lehm, et cela si peu, qu'en aval de Bâle et jusqu'à Fribourg, point extrême de la carte de la partie méridionale de la forêt Noire vers le N., il place une bande du même lehm que celui du Sundgau, longeant le pied de la forêt Noire sur une longueur de 44 kilomètres et une largeur moyenne de plus de 3 kilomètres.

On le voit, s'il y a à première vue une apparence d'accord entre l'opinion de M. Gras et celles de MM. Voltz et Mérian, cela vient de ce que les deux derniers ont considéré le terrain commençant au pied des collines entre Mulhouse et Bâle, et s'étendant de là vers le N., entre l'Ill et le Rhin, comme formant un seul tout déposé à la fois, enfin comme une formation unique, tandis que M. Gras en fait deux assises distinctes. Je crois qu'ici les deux observateurs plus anciens ont raison, et que, si l'assise supérieure de gravier rhénan contient plus de sable et moins de galets, cela s'explique naturellement par le départ opéré dans des matériaux agités dans l'eau ; les plus gros se sont déposés les premiers et ont laissé les plus fins former la surface. C'est aussi pourquoi cette assise supérieure est toujours d'une épaisseur faible et suivie ; c'est pourquoi aussi il n'y a jamais de limite nette entre les deux assises, celle inférieure passant par degrés à celle supérieure.

Quand, comme il arrive dans la région indiquée ou en dehors, le lehm alpin avec coquilles recouvre le gravier rhénan avec une certaine épaisseur, il est facile de le distinguer ; mais, quand il y a simplement mélange d'une petite quantité de lehm à la partie superficielle du gravier rhénan, la distinction devient moins aisée ; et quand on songe aux circonstances qui ont dû présider au dépôt du lehm, il devient non-seulement probable que ce

mélange existe souvent, mais il serait étonnant qu'il n'existât pas, comme je le montrerai avec plus de développement à l'occasion du diluvium des Vosges ; mais ce n'est pas là une raison suffisante de créer une seconde assise au gravier rhénan, et de lui réunir le lehm alpin à coquilles et à fossiles si différents cependant dans tous ces caractères de cette seconde assise (1).

Quant à la carte géologique de la France, que M. Gras appelle aussi à son aide, elle n'offre aucun point de comparaison, toute l'étendue qui forme le Sundgau de M. Gras étant ici teintée en tertiaire sans aucune indication de lehm ni sur le calcaire d'eau douce, ni sur le gravier du Sundgau.

Si on prétendait induire de là que les auteurs de la carte, n'ayant pas distingué entre l'assise inférieure et l'assise supérieure du diluvium du Sundgau, ont entendu faire de ces deux assises un seul tout contemporain, il faudrait aussi conclure que le calcaire d'eau douce, qui d'après M. Gras lui-même est si régulièrement recouvert du lehm alpin, pour ne montrer que des affleurements rares, est un et indivisible avec le lehm, ce qui serait une véritable absurdité. Par des motifs de convention on a omis sur cette partie de la carte, comme en plusieurs autres, le terrain le plus superficiel comme moins utile à connaître ; mais on n'a pas voulu créer deux lehm alpin, on n'a pas entendu faire du tertiaire de ces dépôts puissants du lehm de la première et de la seconde zone dont quelques-uns sont cités par M. Gras lui-même.

Je me suis occupé des coquilles caractéristiques du lehm ; j'ai encore à dire un mot de restes plus volumineux, c'est-à-dire de ceux des grands pachydermes et de mammifères en général que M. Gras voudrait aussi exclusivement attribuer au lehm de la plaine du Rhin.

D'assez nombreux auteurs ont fait connaître ces débris fossiles dans le lehm de cette dernière région ; il me reste à montrer qu'ils se rencontrent également dans le lehm de la région du Sundgau.

M. Pierre Mérian (2) a signalé il y a déjà longtemps comme s'étant rencontrés à Rixheim, dans les fentes du calcaire d'eau douce, mais entourés de lehm, des ossements d'hyènes, d'éléphants,

---

(1) Le terme de *Rieth*, que d'après M. Daubrée M. Gras applique à la plaine basse entre l'Ill et le Rhin, ne convient qu'à la même région dans le Bas-Rhin. *Rieth* est un mot allemand qui signifie marais ; or je ne sache pas que cette plaine soit marécageuse dans le Haut-Rhin.

(2) *Geognostiche Uebersicht des Suedlichen Schwarzwaldes*, 255.

de chevaux et de ruminants; j'ai vu ces restes dans le cabinet de M. Zuber Karth.

M. Voltz (1) cite comme ayant été rencontrés, dans des circonstances analogues, à Bruebach, des dents de chevaux, de cerfs, de rhinocéros, une mâchoire d'hyène, des os de l'éléphant mammouth, d'autres appartenant à un hippopotame ou à un rhinocéros.

Le musée de la Société industrielle de Mulhouse possède quatre dents mâchelières d'*Elephas primigenius* Bl. et quelques débris paraissant appartenir à la tête de cet animal, trouvés dans les assises inférieures du lehm du vignoble de Mulhouse; une pareille dent du lehm de Val-Dieu; trois dents d'hyène, un os de bœuf, un de cheval du lehm des environs de Mulhouse. Ma propre collection renferme des dents de cheval, un métacarpe et d'autres os de bœuf du lehm de Tagolsheim, une grande défense de sanglier du lehm de Dannemarie, une dent de rhinocéros du lehm de Brunstatt. Toutes ces localités appartiennent bien à la première et à la deuxième zone du Sundgau.

Les nombreux ossements de mammifères et principalement d'*Ursus spelæus*, découverts récemment dans les cavernes de Sentheim et que notre savant professeur M. Delbos est en train de classer et de déterminer, sont probablement contemporains du lehm, mais, comme leur dépôt se trouve dans la troisième zone de M. Gras, ils sont en dehors de la question qui nous occupe; je n'ai donc pas à m'y arrêter.

Pour terminer cette longue discussion, je citerai un dernier argument contre la réunion du lehm au gravier du Sundgau, et qui prouvera que ces deux formations sont indépendantes l'une de l'autre. C'est le fait que dans beaucoup de points du Sundgau, et surtout dans ceux les plus élevés, le gravier s'étend jusqu'à la surface du sol et n'est pas recouvert par la plus faible assise de lehm. Il en est ainsi à la cîme de la colline de Bettlach, dans la tranchée à ballast au sud-est d'Altkirch; dans la gravière au haut du Roggenberg; dans celle à l'E. et à côté de la route de Hirsingen à Feldbach dans le chemin de Heimersdorf près de Hirsingen; dans la gravière de Feldbach; et dans celle de Seppois-le-Bas.

Il me reste maintenant à m'occuper de la troisième zone de M. Gras, celle qui d'après lui est exclusivement d'origine vosgienne. L'auteur cherche à obtenir des analogies entre ce diluvium et celui de Sundgau, qui doivent sans doute établir la contemporanéité des deux dépôts, mais qui me paraissent très peu con-

(1) *Géognosie des deux départements du Rhin*, p. 64.

cluantes. J'ai déjà montré que le relèvement de ces dépôts l'un vers le Jura, l'autre vers les Vosges, se produisait dans des circonstances tout à fait différentes et n'avait rien de comparable. Quant à la coloration ferrugineuse dont M. Gras voudrait faire un caractère pour le diluvium vosgien, elle est très inégale ; souvent il n'en existe pas de traces et en tous cas le gravier rhénan en contient tout autant, quoique antérieur au diluvium vosgien. Je chercherai plus loin à expliquer ces colorations sans faire appel à la contemporanéité.

M. Gras n'a pas bien examiné le terrain qui forme le signal de Roderen avec la cote de 479 mètres ; il n'est pas composé de diluvium vosgien, mais de conglomérat tertiaire. Si la citation a été faite sur la foi de la carte de M. Voltz, c'est alors la faute de ce dernier qui ici, chose rare, s'est trompé. Ainsi le lambeau de terrain Y (cailloux et lehm) qui sur la carte de M. Voltz s'étend en forme allongée du N.-O. au S.-E., entre Rodern et Aspach le Haut d'un côté et Michelbach de l'autre est composé du tertiaire marin qui forme presque toutes les collines adossées au pied des Vosges. Ce terrain est souvent décomposé et délité à la surface du sol et a alors quelque ressemblance avec le diluvium des Vosges; mais on l'en distingue par la nature des galets qui sont tout à faits différents, par sa plus grande teneur de carbonate de chaux et parce qu'on trouve ordinairement à peu de profondeur au-dessous du sol le conglomérat tertiaire en place en bancs solides dont on observe le passage graduel au terrain meuble de la surface du sol.

J'ai parlé ailleurs de ce terrain avec quelque détail (1).

Je n'ai vu que rarement le diluvium vosgien exister à une pareille altitude ; il n'occupe généralement que le fond des vallées et les parties basses de la plaine. Les choses se sont passées ici comme dans le Bas-Rhin où M. Daubrée signale et sa carte confirme du mieux des deltas formés par les matériaux de transport (2). Au sortir des vallées ces dépôts sont étroits et ils s'élargissent à mesure qu'ils s'éloignent et s'avancent dans la plaine ; sous ce rapport l'Ochsenfeld me paraît être le delta de la vallée de Thann, delta dont les bords extrêmes viennent mourir à Sausheim. En général les dépôts du diluvium vosgien ne paraissent pas avoir une grande puissance ; leur altitude ne doit guère

(1) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. XXVI, p. 75.

(2) *Description minéralogique et géologique du Bas-Rhin*, p. 226.

dépasser celle qu'ils ont à l'orifice des débouchés des vallées; les circonstances qui ont présidé au transport et à la distribution de ces terrains meubles sont plus simples et plus faciles à expliquer que celles qui concernent le diluvium rhénan, mais surtout celui du Sundgau.

M. Rozet (1), il y a longtemps, a émis sur le diluvium des Vosges des idées entièrement conformes à celles que je viens d'exposer.

M. Daubrée (2) dit avec raison que sur les bords des montagnes le lehm alpin passe au diluvium vosgien et se trouve mélangé de matériaux provenant de la partie adjacente de la chaîne. Quand le lehm alpin et le diluvium vosgien sont purs, il n'est pas trop difficile de les distinguer; le premier est exempt de gravier et de sable que le second contient toujours. Mais, quand les deux terrains sont mélangés, comme cela doit nécessairement arriver sur leur limite, il devient difficile de dire ce qu'on a devant soi.

On ne doit cependant pas prendre dans un sens trop absolu les conséquences à tirer de ce que je viens de dire sur les stations du diluvium vosgien et sur ses relations avec le lehm alpin; car il arrive ici ce qui est malheureusement trop fréquent dans l'étude des sciences naturelles et ce que M. Élie de Beaumont a appliqué dans une autre circonstance, c'est *que les faits sont moins simples que le système.*

Ainsi, voulant connaître la plus grande altitude du lehm alpin dans le Bas-Rhin, je me suis rendu à Truttenhausen, où d'après la carte de M. Daubrée devait se rencontrer ce maximum (215 mètres au-dessus du Rhin); je dis la carte, car l'auteur lui-même a paru douter de ce fait, puisque dans le texte il a indiqué une autre localité et un chiffre beaucoup moindre pour cette altitude maximum (Pfaffenhofen 170 mètres au-dessus du Rhin). L'examen sur les lieux m'a fait reconnaître en effet que la localité n'était pas constituée par du lehm alpin, mais par du diluvium vosgien renfermant du gravier et des galets arrondis de cette origine. Mais alors ce dépôt est placé en dehors des règles tracées; il est à côté et entre les débouchés des rivières sortant des Vosges et à une hauteur beaucoup au-dessus de ces débouchés (193 mètres au-dessus de la rivière qui descend de la vallée de Barr).

J'ai aussi rencontré sur le plateau entre Achenheim et Hangenbicten (Bas-Rhin), localités où le lehm alpin acquiert sa plus grande

(1) *Description géologique de la chaîne des Vosges*, p. 24.
(2) *Description minéralogique et géologique du Bas-Rhin*, p. 221.

puissance, des galets jusqu'au diamètre de 8 à 10 centimètres arrondis et d'origine vosgienne, mêlés en assez grand nombre au lehm de la surface, tandis que ce lehm dans les escarpements puissants qu'il offre dans ces deux villages ne montre aucune trace de galets ni de gravier.

M. Gras admet que l'absence de carbonate de chaux dans le diluvium vosgien suffit pour le distinguer du lehm alpin.

Voici quelques analyses du lehm sundgowien et alpin dans le sens de M. Gras :

1° Lehm jaune à Bartenheim, carbonate de chaux. . 0,067
2° Lehm brun, pont de Brunstatt. . . . . 0,032
3° Lehm brun, carrière de Rixheim. . . . . 0,012
4° Assise supérieure du gravier rhénan, gravière au sud de Habsheim. . . . . 0,017
5° Même assise, gravière de Rixheim, près de la quarante-septième borne kilométrique. . . . . 0,012

En opposition avec ces résultats, je vais indiquer la teneur en carbonate de chaux d'un lehm qui, d'après la délimitation de M. Gras, appartient à la troisième zone et devrait donc être d'origine vosgienne.

Ce lehm se trouve dans une fouille établie à Aspach-le-Haut, et qui dépend d'une tuilerie située à côté et au nord de la route au sortir d'Aspach-le-Haut vers Thann.

Dans cette fouille, on n'aperçoit du fond jusqu'au sol que 2 mètres de lehm homogène, argileux, de couleur brune, sans galets ni sable et sans coquilles; sa teneur en carbonate de chaux est de 0,06.

Ce lehm me paraît identique en tout avec celui qu'on exploite à Burtzwiller, 2 kilomètres ouest de Mulhouse, pour le même usage. Cette circonstance, l'homogénéité, et l'absence de gravier et sable, font naître en moi une grande velléité de croire qu'il est d'origine alpine et repose sur du gravier vosgien invisible dans la fouille.

On pourrait objecter que ce que je viens de dire sur la teneur de carbonate de chaux n'est pas très net ni concluant, et que, si la nature alpine du lehm d'Aspach-le-Haut était mise hors de doute, il se pourrait bien que du diluvium incontestablement vosgien contînt encore moins de carbonate de chaux que le n° 3. Mais alors que faire? La partie du diluvium vosgien qu'il s'agit de distinguer du lehm alpin est superficielle et toujours très peu puissante, 20 à 25 centimètres au plus et même alors mêlée de galets. C'est de cette partie seulement qu'il est utile de doser le carbonate de chaux, son état de division pouvant la confondre

avec le lehm, ou au moins laisser soupçonner un mélange de ce dernier ; car, quant au gravier, la nature des roches dont il est composé suffit complétement pour le distinguer ; mais je montrerai plus loin que la partie superficielle du diluvium et probablement de tous les dépôts meubles est modifiée à une profondeur qui peut aller à 2 et 3 mètres par l'influence des eaux atmosphériques qui font prendre à cette couche superficielle une couleur brune ou jaune, et lui enlèvent et entraînent la plus grande partie de son carbonate de chaux. L'absence de carbonate de chaux, dans une couche assez faible pour avoir toujours subi l'action dissolvante dans toute son épaisseur, ne prouvera donc rien.

L'ordre adopté par M. Gras dans son mémoire nous amène ici au gravier rhénan (*gravier ancien du Rhin*). J'ai déjà beaucoup anticipé sur ce chapitre, et je dois, pour éviter les répétitions, ne pas revenir sur des observations qui ont trouvé leur place ailleurs.

Je commence donc par le fait le plus saillant, le plus important, à mon avis, du travail de M. Gras, fait qui a porté la lumière dans une question si longtemps obscure et controversée, et que, pour mon compte et après tant de critiques, je suis heureux de pouvoir adopter hautement ; je veux parler de la superposition du gravier de Sundgau sur le gravier rhénan que M. Gras a mise en évidence. Dans la coupe de Bartenheim (fig. 3 du mémoire), sur laquelle l'auteur appuie sa découverte, la superposition des différentes assises n'est pas directe, la limite supérieure du gravier rhénan est découverte ; on y a établi le presbytère et le jardin y attenant ; les deux autres assises ne se trouvent que plus loin dans un chemin creux qui monte de l'église vers S.-O. Les relations des trois assises sont exposées d'une manière plus complète, et avec superposition directe dans une gravière située à quelques cents mètres au S.-E., exactement au sud d'une chapelle placée elle-même à l'extrémité sud-est de Bartenheim. Cette gravière se voit très bien de la station du chemin de fer, et, pour y arriver, on suit, en partant de l'église, le sentier au pied des coteaux.

La gravière présente un escarpement de 12 mètres de hauteur ; en voici les assises à partir du haut :

*a*. 3 mètres de lehm alpin gris, sans galets ni sable ; il renferme les coquilles habituelles, et est identique par tous ses caractères avec celui qu'on voit partout ailleurs, et avec celui, par exemple, de la coupe près de l'église de Bartenheim (fig. 3 du mémoire de M. Gras) (1).

(1) Ce lehm était à l'état de poudre impalpable, et au moins de la

*b*. 5 mètres gravier noyé plus ou moins dans un lehm jaune ocreux, mêlé de sable; dans la partie inférieure et celle supérieure, le gravier domine; entre eux, c'est le lehm jaune. Les galets sont beaucoup plus petits, mais de même nature, et à un degré d'altération pas plus avancé que dans l'assise *c* qui suit.

Ces deux assises passent insensiblement l'une à l'autre.

---

finesse qu'on donne aux silicates durs quand on veut les décomposer par la soude. Il ne renfermait ni grain de sable ni aucun autre corps étranger.

La solution dans l'acide chlorhydrique, opérée dans un très petit flacon bouché à l'émeri, était d'une couleur jaune verdâtre. Les réactifs y ont indiqué l'oxyde de fer à l'état de mélange de protoxyde et de sesquioxyde, le premier dominant. D'après cela, la teneur indiquée par l'analyse est un peu trop forte, puisque le fer y est dosé à l'état de sesquioxyde. Au chalumeau, ce lehm fond assez difficilement en un globule limpide bulleux; le sel de cobalt donne la réaction d'alumine; la soude, aidée du nitre, indique des traces de manganèse.

*Analyse.*

| | |
|---|---|
| Perte au feu . . . . . | 0,046 |
| Résidu siliceux. . . . . | 0,5615 |
| Carbonate de chaux . . . . . | 0,322 |
| Alumine. . . . . | 0,011 |
| Oxyde de fer. . . . . | 0,0395 |
| Manque. . . . . | 0,020 |
| | 1,000 |

Le lehm a d'abord été soumis à une température de 100 degrés. Pour doser le résidu siliceux, l'alumine et l'oxyde de fer, il a été traité par l'acide chlorhydrique et l'hyposulfite de soude; pour la chaux carbonatée, on a traité une autre quantité de matière par l'acide acétique étendu de deux tiers d'eau, puis précipité par l'oxalate d'ammoniaque; enfin une troisième quantité a été chauffée au rouge pour évaluer la perte au feu, et pesée après avoir reconstitué l'acide carbonique qui aurait pu avoir été chassé. Dans toutes les analyses dont il sera question dans le présent travail, on a procédé de même.

Le résidu siliceux de cette analyse, comme de toutes celles que j'ai faites du lehm, était d'un blanc sale; il devait donc être à peu près exempt d'oxyde de fer. Il était excessivement réfractaire au feu du chalumeau; une première fois, je l'avais jugé infusible. Cependant, ayant repris l'essai, j'ai obtenu à grand'peine une fusion superficielle sur la feuille de platine; c'était une petite masse agglomérée, ou bien un globule couvert de bosselures et d'aspérités d'un tiers de millimètre de diamètre. Après cette quasi-fusion, la réaction du sel de cobalt a eu lieu. Cette fusion était plus difficile que celle des globules de

Dans cette assise *b*, la couleur propre au peroxyde de fer hydraté est quelquefois très prononcée, mais elle est irrégulièrement repartie ; c'est seulement dans un chemin creux appelé Nepigasse, montant à l'extrémité nord-ouest de la gravière, qu'on trouve dans la partie supérieure les galets de flysch décomposés, se séparant en fragments polyédriques qui constituent le véritable et seul caractère certain du gravier du Sundgau.

Cette couche est probablement l'équivalent de ce que, comme on verra plus loin, j'ai appelé *couche ferrugineuse supérieure* dans les gravières de la plaine, et dont nous avons déjà vu un exemple dans la gravière située entre Hegenheim et Hesingen.

*c*. 4 mètres gravier rhénan, en conglomérat assez solide pour qu'il y ait une caverne assez spacieuse au-dessous, comme près de l'église. Les galets sont principalement composés de quartzites comme partout, de quelques granites et porphyres quartzifères de la forêt Noire, mais ces derniers sont très rares. Je me suis attaché surtout à chercher dans cette assise du calcaire ce que le grand développement qu'elle offre ici devait favoriser ; je n'ai cependant découvert que trois galets jurassiques et un de calcaire noir alpin. Les plus grands galets de ce dépôt ont un diamètre de 15 à 18 centimètres.

La coupe près de l'église (mémoire de M. Gras, fig. 3) présente quelques différences avec celle dont je viens de m'occuper ; je dois en dire quelques mots pour compléter ce qui concerne la localité de Bertenheim.

Dans le chemin qui monte à côté de l'église vers S.-O., on voit à sa gauche un escarpement de 3 1/2 à 4 mètres ; il est composé ainsi en partant d'en haut :

*a*. 2 mètres lehm gris, identique avec celui de la première

---

Wuenheim qui contiennent 88 pour 100 de silice et 6 pour 100 d'alumine (Delesse, *Mém. de la Société géol.*, 2e sér., t. IV, p. 303). Le résidu ne devait donc contenir qu'une faible proportion d'alumine.

M. Schill (*Geognostisch-mineralogische Beschreibung des Kaiserstuhl gebirges Stuttgart*, 1854, p. 93), dans une analyse du lehm, reconnaît une teneur de 31 pour 100 de carbonate de chaux, ce qui est assez d'accord avec mes propres analyses du lehm gris où j'ai obtenu les chiffres de 32,2 et 33,4 ; mais ce même auteur indique dans son lehm 5,5 pour 100 de chlore et d'acide sulfurique. Ce résultat assez singulier tient-il à la proximité des roches volcaniques, et dans quel état de combinaison se trouvent ses deux substances? Quant à moi, j'ai vainement tenté par des essais faits *ad hoc* de les découvrir, soit dans le lehm gris de Bartenheim, soit dans celui du Kaiserstuhl.

gravière, sauf qu'il y a ici, à 1 1/2 mètre en contre-bas du sol, deux chapelets des concrétions calcaires habituelles au lehm gris, et que ce lehm renferme dans toute son épaisseur quantité de petits cylindres moulés sur des racines et remplis de carbonate de chaux blanc.

*b*. 1 1/2 mètre lehm jaune, homogène, sans cailloux, avec une très petite quantité de sable, se distinguant du lehm gris, outre la couleur, par sa nature beaucoup plus argileuse. Cette couche est évidemment la continuation de celle *b*, de la première gravière ; seulement, au lieu d'être médiane, elle occupe ici la partie supérieure de l'assise. Ce lehm jaune, auquel nous aurons occasion de revenir par la suite, et dont je donne l'analyse dans la note, n'est évidemment autre chose que le lehm gris privé de la plus grande partie de son calcaire (1).

---

(1) Ce lehm jaune lavé à grandes eaux laisse un très faible résidu qui consiste :

1° En de petites concrétions bosselées et arrondies, percées de petits trous, analogues, sauf cette dernière circonstance et la dimension, aux grandes concrétions du lehm gris ; elles sont quelquefois allongées, et ont au plus 4 millimètres dans le sens de la longueur. La forme a les plus grands rapports avec celle d'une pomme de terre. Ces concrétions paraissent composées de grains de quartz liés par la chaux carbonatée. Quand on les écrase, la poudre en est plus claire que le lehm lui-même.

2° En grains de quartz peu roulés. Les plus grands ont 1 millimètre ; mais ceux de cette dimension sont rares. Il y en a parmi en quartz tout à fait limpide.

3° En grains un peu anguleux, de forme irrégulière, d'un demi-millimètre au plus de diamètre ; ils sont noirs ou brun très foncé, et, d'après les réactions du chalumeau, ils paraissent contenir de la silice, du fer et du manganèse.

La solution de ce lehm jaune dans l'acide chlorhydrique est orange ; c'est une preuve que c'est le sesquioxyde qui domine. Il fond plus difficilement au chalumeau que le lehm gris. La réaction du sel de cobalt est facile ; enfin avec la soude il y a forte réaction de manganèse.

*Analyse de ce lehm jaune.*

| | |
|---|---|
| Perte au feu. . . . . | 0,043 |
| Résidu siliceux . . . . . | 0,817 |
| Carbonate de chaux. . . . . | 0,067 |
| Alumine. . . . . | 0,025 |
| Oxyde de fer . . . . . | 0,0505 |
| | 1,0025 |

Si je suis d'accord avec M. Gras sur la superposition du gravier du Sundgau sur le gravier rhénan, je ne le suis pas sur la différence d'âge qu'il déduit de ces relations. On verra plus loin les motifs qui m'autorisent à réunir simplement les deux dépôts, et à attribuer la différence de leurs caractères à des modifications locales.

Je ne puis pas discuter ce que M. Gras dit du diluvium entre l'Ill et les Vosges sans le citer ; or voici ce qu'il dit page 172 :

« Si l'on franchit l'Ill pour se rapprocher des Vosges, on observe, quand on est arrivé dans le Nonnenbruch, que le lehm change de nature, en conservant le même aspect et en diminuant seulement d'épaisseur. C'est toujours une couche argilo-sableuse superficielle, caillouteuse à sa partie inférieure, mais les cailloux proviennent évidemment des montagnes voisines ; il en est de même du sable argileux qui ne renferme pas de carbonate de chaux. »

Ce que j'ai déjà dit du gravier rhénan doit s'appliquer au gravier des Vosges. Ici comme là on doit réunir les deux assises qui sont du même âge et forment un seul tout ; ici comme là l'assise inférieure passe par degrés insensibles à celle supérieure, et leur séparation incomplète n'est qu'un tamisage opéré par les eaux ; ici comme là l'assise supérieure n'est pas du lehm, et elle ne contient ce dernier que comme mélange plus ou moins accidentel.

Examinons cependant les arguments de M. Gras avec plus de détail :

Quand on dit que le lehm conserve le même aspect, mais change de nature, ce changement ne peut s'appliquer qu'au remplacement des galets rhénans par ceux des Vosges et qu'à l'absence du carbonate de chaux. Le premier caractère est facile à constater ; j'ai montré l'insuffisance et l'inefficacité du second ; mais pourquoi placer ce changement au Nonnenbruch quand on sait que le diluvium vosgien s'étend à 3 ou 4 kilomètres au delà vers l'E., enfin au moins jusqu'à l'Ill. Cette manière de considérer les choses offre des complications et un enchevêtrement des assises peu naturel ; elle est même en contradiction avec les faits adoptés par M. Gras lui-même. En effet, dans ce système, le gravier vosgien de l'Ill jusqu'au Nonnenbruch serait couvert par ce que M. Gras appelle lehm alpin, et de là vers O. par son lehm vosgien ; ce dernier ne serait alors plus contemporain, mais postérieur au lehm alpin (de M. Gras). Qu'en serait-il dans ce système des galets qui accompagnent toujours l'assise supérieure dans l'in-

tervalle entre l'Ill et le Nonnenbruch? seraient-ils rhénans ou vosgiens?

M. Gras dit encore qu'à partir du même point, c'est-à-dire du Nonnenbruch, l'assise supérieure du gravier diminue d'épaisseur; je ne crois pas que ce soit là un caractère pour distinguer les deux diluviums; cette épaisseur en effet est très variable en allant de l'E. à l'O., et j'attribue cette inégalité à la circonstance que dans certains points le gravier soit rhénau, soit vosgien, est recouvert par du véritable lehm alpin, que dans d'autres ce gravier est dans son état normal avec son assise plus sableuse et moins caillouteuse, dans d'autres enfin cette dernière peut être mélangée d'un peu de lehm, ce qui n'est pas facile ou est même presque impossible à constituer.

Suivons maintenant cette assise supérieure de l'E. à l'O. Dans les gravières de Baldersheim et de Rixheim, elle a 15 à 40 centimètres d'épaisseur et est constituée par du sable argileux et des cailloux. A Sausheim, dans les escarpements de l'Ill, on voit un mètre de lehm brun très argileux, sans galets ni sable, recouvrir le gravier vosgien; il paraît se terminer en coin d'un côté et s'y mêle de cailloux et passe à l'assise sablo-caillouteuse.

Ici cette assise superficielle me paraît plus ou moins remaniée. A Burtzwiller (1), près des nombreuses tuileries, dont il en existe aussi de l'autre côté de la Doller vers E., on trouve comme assise supérieure jusqu'à 2 mètres de profondeur le lehm brun homogène très argileux, sans sable ni galets. En continuant de marcher vers O. sur la route impériale on trouve le coteau de Pfastatt et de Lutterbach, sur une longueur de 2 à 3 kilomètres et qui est composé en grande partie de véritable lehm alpin. On arrive enfin au Nonnenbruch, puis à l'Ochsenfeld, où l'assise supérieure du gravier vosgien, sans avoir disparu complétement, est devenue très faible. Mais à peu de distance, au bord de cette plaine, on retrouve à Aspach-le-Haut 2 mètres de lehm brun homogène, sans sable ni galets.

Quand du hameau de Burtzwiller, au lieu de se diriger vers l'O., on suit la route de Guebwiller dans la direction du N.-O., on rencontre en face de la fabrique Bernoville et C^e^., un champ appartenant à la commune d'Illzach où l'argile sableuse avec cailloux n'a pas plus de 15 centimètres. Dans deux gravières qu'on voit plus loin, entre la dix-septième et la seizième borne kilo-

(1) Hameau situé à la bifurcation des routes départementales de Guebwiller à Lucelle et impériale de Bar-le-Duc à Bâle.

métrique, l'une au S.-O., l'autre au N.-E. de la route, l'assise supérieure dont il est question a de 20 à 30 centimètres d'épaisseur. Sur la même route en avançant vers N.-O. on trouve entre la quatorzième et treizième borne kilométrique une élévation dont le vulgaire veut faire à tort un tumulus celtique gigantesque. Ce tumulus s'élève en pente douce au-dessus de la plaine environnante jusqu'à 5 ou 6 mètres de hauteur verticale et présente un diamètre un peu incertain d'environ 200 mètres; il est composé de lehm alpin pur, sans sable ni galets, avec les coquilles et les concrétions calcaires habituelles; ces dernières acquièrent ici la dimension peu ordinaire de 30 centimètres. Nous parlions tout à l'heure de l'inégalité de la puissance de l'assise supérieure du diluvium; elle n'est nulle part aussi flagraute que dans cette localité. En effet à 100 mètres d'une fouille ouverte dans le tumulus, il y a une gravière où tout lehm alpin a disparu et où les choses sont exactement comme dans les gravières signalées près des dix-septième et seizième bornes.

A Bollwiller, près de la station du chemin de fer, l'assise supérieure du diluvium consiste en 20 à 70 centim. d'argile sableuse qui, sauf un petit nombre de galets de faible dimension qui y sont mêlés, a, par sa couleur et ses autres caractères physiques, beaucoup de rapport avec le lehm alpin. Dans une glaisière à 500 mètres S.-O. d'une tuilerie située au sortir de Bollwiller, vers Soultz, il y a 160 centim. lehm brun reposant sur du lehm gris alpin, le tout sans galets ni sable.

Enfin, en s'écartant un peu de la direction que nous avons prise, et poussant au N., on voit entre Raedersheim et Merxheim un petit plateau s'élevant au-dessus de la plaine de 8 à 10 mètres et avec un diamètre d'environ 300 mètres. Ce qu'on voit de sa constitution consiste en partant du haut en 25 à 35 centimètres lehm faiblement coloré en brun un peu argileux, puis 2 mètres lehm alpin gris normal.

Dans la plaine qui entoure de tous les côtés le coteau de Pfastatt, le diluvium vosgien affleure partout; cependant l'élévation assez considérable de ce coteau sur la plaine (25 ou 30 mètres) laisse supposer qu'il n'est pas uniquement composé de lehm reposant sur le diluvium des Vosges, mais qu'il a comme à Dornach un soubassement de tertiaire. Il n'en est plus ainsi pour les autres dépôts de lehm alpin dispersés dans la plaine; évidemment ceux-là sont appuyés sur le diluvium vosgien. Cette superposition est du reste constatée directement sur les bords de l'Ill, d'Illfurth à Sauesheim, et dans les affleurements qu'offrent ou ont offert les environs de

Mulhouse. Et ce lehm n'est pas du lehm alpin dans le sens de M. Gras, mais du lehm identique avec celui de sa première et de sa deuxième zone du diluvium du Sundgau.

Je ferai observer ici que si je considère comme appartenant au lehm alpin les dépôts de lehm brun homogène sans sable ni galets, signalés dans la description ci-dessus, c'est que je suis d'accord avec M. Daubrée qui, dans sa description du Bas-Rhin, ne signale aucun diluvium vosgien qui ait ce caractère d'être exempt de galets et de sable.

Les faits signalés pour Sauesheim et Bollwiller, et qu'on rencontre dans l'Ill en amont de Mulhouse, indiquent un passage ou plutôt un mélange de lehm alpin au diluvium des Vosges; mais, si dans ces localités la chose est saillante, elle l'est moins ailleurs où la proportion du lehm alpin est beaucoup moindre. Cependant, si on cherche à se rendre compte des circonstances qui ont présidé au dépôt du lehm, ce fait de son mélange avec les graviers rhénans et ceux vosgiens doit être plus général.

Il me semble qu'on peut concevoir de deux manières le dépôt du lehm alpin; ou bien il a eu lieu dans une eau tranquille, ou bien c'est un courant qui l'a amené. Dans le premier cas, tout le fond du lac d'eau douce a dû être recouvert de lehm avec plus ou moins d'épaisseur, les digues qui retenaient les eaux en aval étant venues à se rompre, le niveau des eaux du lac s'est abaissé, le courant dans la partie la plus basse du bassin a augmenté de vitesse et a entraîné au loin et dans la mer le lehm déjà déposé, en laissant subsister celui existant sur les bords du lac. Si on suppose l'abaissement de la digue successif et graduel au lieu d'instantané, cette explication acquiert plus de probabilité, car alors un courant très fort subsistant pendant un long laps de temps a pu occuper la partie basse de la vallée aujourd'hui privée de lehm et l'en balayer successivement.

Cette hypothèse est loin d'être à l'abri d'objections sérieuses; la principale qui a été faite il y a longtemps est celle de l'absence de toute stratification dans ce dépôt; on pourrait ajouter qu'il serait étrange que la vallée du Rhin ayant été ouverte lors du dépôt du gravier rhénan se fût fermée ensuite lors de la formation du lehm; l'inverse serait plus rationnel.

Dans le second cas, celui d'un courant diluvien, on peut supposer pour expliquer l'état actuel des choses, que le lehm, substance extrêmement ténue et suspendue dans l'eau, n'ait pu prendre terre que sur les bords du grand courant où la vitesse de l'eau

venait à diminuer ou à cesser complétement, et dans ce sens les hauteurs que les eaux limoneuses ne dépassaient que de peu étaient encore des lieux favorables au dépôt du lehm, parce que là l'impulsion de l'eau était diminuée par le choc et le frottement qu'elle subissait sur le bord des collines. Cette seconde supposition a contre elle l'état des coquilles habituelles au lehm. On pense que ces fossiles, entraînés par un courant, frottés de toutes parts contre ses bords et son fond, ne seraient pas d'une conservation aussi parfaite que nous les voyons aujourd'hui.

Cette excursion dans la région des hypothèses était nécessaire pour montrer que dans tous les cas, et quel que soit le système qu'on adopte pour expliquer la formation en question, le lehm alpin a été amené par les eaux à l'état d'une grande ténuité, qu'ainsi suspendu dans les eaux il a recouvert pendant une époque d'une longue durée une grande partie de la vallée du Rhin, et qu'il est dès lors naturel de supposer qu'une petite portion de ce lehm a pu se précipiter sur les graviers rhénan et vosgien sous-jacents, et se mêler à leur assise supérieure, et cela même dans les parties de la vallée où le courant était le plus fort et où il a sans doute subsisté le plus longtemps.

D'après cette donnée, les dépôts de lehm ont dû conserver plus de puissance, non-seulement sur les bords du courant, mais aussi dans des parties plus rapprochées du thalweg où la pente du terrain et, par suite, la vitesse des eaux avaient diminué comme c'est le cas pour le Bas-Rhin. On peut être étonné que M. Daubrée, cité si souvent et avec raison dans le mémoire de M. Gras, l'ait été si incomplétement à l'endroit de cette question. Voici le passage de M. Gras :

« L'épaisseur du lehm alpin, très peu considérable entre Bâle » et Mulhouse (il n'est question que de la plaine du Rhin, car pour » M. Gras, comme l'on a vu, les dépôts des collines du Sundgau ne » sont pas du lehm alpin), paraît augmenter successivement à » mesure qu'on s'avance vers le N.; aux environs de Strasbourg » elle atteint plusieurs mètres. »

Peut-on raisonnablement traduire 60 à 80 mètres, la plus grande puissance signalée du lehm, par l'adjectif *plusieurs;* et pourquoi encore ici le mot *paraît*, quand il y a une affirmation positive d'un savant aussi éminent que l'est M. Daubrée?

## DEUXIÈME PARTIE.

Par les études de M. Daubrée (1) sur le diluvium du Sundgau, nous savons que les altérations qu'ont subies les galets qui en constituent la partie inférieure ont eu lieu sur la place que ces galets occupent aujourd'hui. Nous savons également par les mêmes études que les concrétions concentriques et creuses, quelquefois de fer hydroxydé, qu'on rencontre souvent dans ce diluvium, ont été dans le même cas, et ne se sont formées qu'après le dépôt des graviers et le sable dont ils font maintenant partie.

Le travail de M. Gras que nous venons d'analyser, et que nous avons peut-être trop critiqué, nous a appris que ces dépôts de gravier n'appartenaient pas au terrain tertiaire, mais bien au diluvium.

Mes observations multipliées sur le terrain dont il est question m'ont confirmé pleinement les faits signalés par les deux savants géologues ; mais elles m'ont permis de faire un pas de plus et de paralléliser le gravier du Sundgau avec celui rhénan.

Qu'on ne crie pas au paradoxe ; les faits et les raisonnements dont je vais appuyer cette proposition prouveront qu'elle est toute simple et toute naturelle.

Comme, outre cet énoncé, nous avons encore à établir d'une manière nette et par des faits concluants l'indépendance du lehm alpin et du gravier du Sundgau, il importe d'embrasser dans les études qui vont suivre le diluvium alpin complet ; ce sera d'autant plus utile que les deux formations ont subi, pour se présenter à nous dans l'état où nous les voyons aujourd'hui, des modifications de même nature, et que, par ce motif, elles s'expliquent l'une par l'autre.

### *Lehm.*

Je crois avoir bien établi que ce dépôt, le plus supérieur du diluvium, appelé par les Allemands *loess*, par le vulgaire en Alsace *leimen* (2), est du même âge dans toute la vallée du Rhin, depuis le pied du Jura à Luppach jusqu'au delà de Mayence. Je n'applique le mot de lehm qu'au lehm alpin, ainsi que l'ont entendu

---

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. V, p. 165.

(2) Il paraît évident que les mots *lehm*, *leimen*, ont la même source que le mot français *limon*, c'est-à-dire le *limus* latin.

jusqu'à présent tous les auteurs qui se sont occupés de cette question, à l'exception de M. Gras.

D'après la carte géologique de la France par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, le lehm alpin s'observe presque sans interruption du lac de Constance jusqu'à Andernach sur une étendue de 536 kilomètres; d'autres auteurs le font aller jusqu'à Bonn. Il est intéressant certainement que sur un aussi grand espace, cette formation ait conservé sa complète identité, ce qu'on ne pourrait pas dire de beaucoup de formations plus anciennes et stratifiées dont les caractères minéralogiques changent souvent sur des points très rapprochés.

Les quartzites qui se trouvent quelquefois dans le lehm alpin sont très rares. Ce fait est d'autant plus singulier que ces galets, qui ont ordinairement 6 à 8 centimètres de diamètre, ne sont pas accompagnés de matériaux plus fins. Cette circonstance, qui était restée douteuse pour moi, s'est confirmée dans les explorations de cette année, où j'ai vu deux fois plusieurs galets empâtés dans le lehm faire saillie sur de hautes parois verticales.

Le lehm présente trois variétés distinctes par la couleur, par l'état d'agrégation et par la composition; nous les appellerons *lehm brun*, *lehm gris* et *lehm jaune*, et les examinerons successivement. Ces variétés existent à peu près partout où le lehm a établi son domaine; elles n'impliquent pas une différence d'âge, mais sont le résultat des modifications subies par le lehm après son dépôt.

*Lehm brun.*

Il occupe toujours la partie supérieure des dépôts et vient se terminer à la surface du sol. Sa puissance, assez variable, est renfermée entre les limites de 20 à 300 centimètres; mais ce maximum est rare, et ordinairement il ne dépasse pas 200 centimètres. Sa couleur brune est très variable : légère et à peine distincte de celle du lehm gris dans certains cas, et surtout quand l'épaisseur est faible, elle devient très foncée dans d'autres; mais, à part l'intensité, sa nuance n'est pas non plus toujours la même, et passe par différents degrés dont un extrême est une teinte approchée de celle que donne l'hydroxyde de fer, et dont l'autre est cette même teinte salie par beaucoup de noir, de bleu ou de gris. Cette couche contient peu de calcaire et a l'apparence très argileuse, et, quand elle a ces caractères à un haut degré, elle se présente, là où elle a été exposée à l'air, en séparations prismatiques imitant en petit les colonnes de basalte; dans l'état normal, elle ne contient ni

sable ni galets, est souvent homogène dans toute son épaisseur; mais dans beaucoup de gîtes, sa couleur acquiert plus d'intensité, et sa nature argileuse augmente avec la profondeur. Ordinairement ce lehm tranche nettement, par sa couleur et son état d'agrégation, avec le lehm gris qui est au-dessous, mais encore que la différence de couleur ne serait que très faible, on distinguerait le lehm brun par sa tendance à se durcir à l'air, et à se séparer en fragments polyédriques et à s'ébouler avec facilité.

Ce lehm brun n'existe quelquefois qu'à l'état rudimentaire, et alors, son épaisseur étant faible ainsi que sa couleur, on a sans trop examiner attribué son existence à l'effet de la culture (1). C'est même aujourd'hui l'explication consacrée pour le lehm brun, quelles que soient son épaisseur et l'intensité de sa coloration.

Mais il est impossible que le travail de l'homme ait accompli une modification aussi profonde que celle que nous offre la transformation du lehm gris en lehm brun; il est impossible que la culture ait enlevé à une couche de 3 mètres d'épaisseur presque tout son carbonate de chaux, peroxydé son fer et altéré aussi complétement sa composition chimique. L'analyse vient confirmer ce que le simple aspect et les propriétés physiques laissaient pressentir.

Voici deux analyses de lehm brun :

| | A | B |
|---|---|---|
| Perte au feu . . . . . | 0,087 | 0,0505 |
| Résidu siliceux. . . . . | 0,7315 | 0,8315 |
| Alumine. . . . . | 0,0415 | 0,012 |
| Carbonate de chaux. . . | 0,032 | 0,012 |
| Oxyde de fer. . . . . | 0,118 | 0,0965 |
| | 1,010 | 1,0025 |

A. *Coupe en aval du pont de Brunstatt, sur les berges de l'Ill.*

Ici le lehm est puissant de 3 mètres et repose sur le gravier vosgien. Ce lehm est exempt de galets et de sable, et est composé des assises suivantes comptées du haut :

*a*. 75 centimètres lehm brun, clair, argileux.

(1) A Schliengen, sur les bords du chemin qui conduit à Kandern, on voit un exemple de lehm brun, de teinte très claire, avec une épaisseur de 1 mètre; on en voit un second en haut du chemin d'Oberschafhausen à Vogtsburg (*Kaiserstuhl*), où il y a 1 mètre de lehm brun clair sur 2 mètres de lehm gris normal.

*b*. 75 centimètres lehm brun foncé ; il tranche bien avec l'assise précédente, et, quoique sa couleur s'éclaircisse un peu vers le bas, il se sépare nettement de l'assise immédiatement au-dessous. C'est à cette assise que s'applique à un haut degré ce que j'ai dit du fendillement prismatique ; c'est aussi celle qui a fourni l'échantillon d'essai.

*c*. 150 centimètres lehm gris, conforme pour la couleur, mais un peu plus argileux que celui qu'on voit ordinairement ; il renferme les coquilles habituelles en grande abondance, et offre dans sa partie inférieure une couche de concrétions calcaires dont les plus grosses ont 2 1/2 à 3 centimètres de diamètre, et qui diffèrent notablement de celles qu'on rencontre presque toujours dans le lehm gris. Ces concrétions, lisses à la surface, ont souvent la forme d'un cylindre arrondi aux deux bouts, percé d'un trou rempli de grains de sable quartzeux. Ces concrétions sont composées principalement de carbonate de chaux ; elles présentent à la cassure une couleur d'un blanc sale et un aspect terreux. A la base de cette assise, on voit une bande d'une argile bleuâtre dont l'épaisseur variable est comprise dans les 150 centimètres. Dans l'assise *a*, à force de chercher, j'ai découvert quelques rares traces de coquilles ; je n'en ai point rencontré dans celle *b* qui ne subsiste du reste, ainsi que celle *c*, que sur une longueur de 250 à 300 mètres en aval du pont. Au delà et jusqu'à la ville de Mulhouse, l'assise *a* repose directement sur le gravier vosgien.

B. *Profonde carrière ouverte dans le calcaire d'eau douce, dans la banlieue de Rixheim, à côté du chemin qui conduit de Mulhouse à Halesheim.*

Dans cette coupe, il y a en partant du haut :

*a*. 90 centimètres lehm brun, foncé, homogène, fendillé et sans cohésion, comme l'argile, ne renfermant point de coquilles ; son épaisseur s'amincit graduellement du milieu de la carrière vers le chemin ; il tranche bien nettement avec le lehm gris sur lequel il repose.

*b*. 250 centimètres lehm gris, de couleur claire ; il a les caractères habituels à cette variété, offre ses coquilles et repose sur le calcaire d'eau douce.

Dans les deux assises, il n'y a ni galets ni sable.

Les deux variétés de lehm brun dont il vient d'être question sont, quand on les délaie dans l'eau, à l'état de poudre impalpable, et ne contiennent, ainsi que je l'ai dit, aucun corps dur.

Au chalumeau, elles fondent difficilement : celle A en un globule couleur olive, celle B en un globule blanc avec réaction du sel de cobalt; elle donne avec la soude et à l'aide du nitre une faible réaction de manganèse, tandis que celle A n'en indique pas de traces.

Entre Ferrette et Strasbourg, sur les deux rives du Rhin, j'ai observé le lehm brun dans plus de cinquante localités ; il se présente partout dans les mêmes conditions que dans les deux localités que je viens de décrire, sauf les variations d'épaisseur, d'intensité, de couleur et du degré de sa nature argileuse, que j'ai indiquées au commencement.

Voici au surplus quelques-unes de ces localités.

*Rive gauche du Rhin.*

Affleurements à Oberwyler (canton de Bâle) ; gravière de Niedermuespach (voy. fig. 8) ; affleurements le long du chemin de fer entre Chèvremont et Altkirch ; grande carrière à Brunstatt (fig. 4); carrière de M. Geyelin à Brunstatt (voy. fig. 5) ; fouilles à Burtzwiller et sur les bords de l'Ill, près de Mulhouse ; Aspach-le-Haut ; affleurements et fouilles au nord-est d'Oberbergheim ; fouille à Schiltigheim (Bas-Rhin) ; affleurements à Achenheim et à Hangenbieten (Bas-Rhin), etc.

*Rive droite du Rhin.*

Istein ; haut de la montagne de Schliengen ; entre Heitersheim et Krotzingen, chemin d'Oberschafhausen à Vogtsburg (Kaiserstuhl). Dans toutes ces localités situées dans le grand-duché de Bade, les observations ont été faites sur des affleurements. Quand le lehm alpin n'a qu'une faible puissance, il peut être entièrement converti en lehm brun, et alors ce dernier ne repose plus sur le lehm gris, mais sur une des nombreuses formations que nous avons dit être sous-jacentes au lehm alpin.

Pour appuyer ce que les propriétés physiques et l'analyse nous apprennent sur le lehm brun, je dirai que dans les environs de Burtzwiller près Mulhouse, où il existe un grand nombre de tuileries, on ne met en œuvre que le lehm brun pour la fabrication des briques et des tuiles ; le lehm gris est rejeté comme trop maigre et peu plastique. Il arrive cependant quelquefois que le lehm brun est trop gras, c'est-à-dire qu'il contient une trop forte proportion d'alumine, et expose ainsi les objets fabriqués à se

fendre par retrait lors du séchage; dans ce cas, on y mêle une petite quantité de lehm gris. A Schiltigheim, on emploie pour la briqueterie les deux variétés de lehm : le lehm gris, mais qui est ici plus coloré qu'aux environs de Mulhouse, est destiné aux objets les plus grossiers comme de grosses briques, et l'on réserve le lehm brun pour les tuiles et autres objets qui exigent plus de moulures. Le lehm brun paraît avoir les mêmes propriétés à peu près et la même composition chimique, sauf une moindre teneur de carbonate de chaux que le lehm jaune dont il sera question plus loin; la principale différence entre ces deux variétés consiste donc dans la couleur. Dans le lehm jaune, la coloration est franchement celle du fer oxydé hydraté; dans le lehm brun, cette coloration est salie plus ou moins, probablement par une déjection due à la végétation. Le lehm brun n'est pas une assise particulière venue en dernier lieu pour couvrir tous les dépôts antérieurs, mais c'est du lehm gris modifié sur place. Voici les arguments sur lesquels se fonde cette proposition.

*a.* La coloration brune, qu'elle soit forte ou faible, suit toujours exactement le changement de composition du lehm brun. Ces deux caractères se présentent toujours ensemble et sont inséparables. On peut croire que la couleur qui salit le lehm brun a une origine végétale; car elle est très fugitive et disparaît complétement au feu. Aussi après avoir été chauffés au rouge, lehm brun, lehm gris et lehm jaune, ont exactement la même couleur, c'est-à-dire celle rouge due au sesquioxyde anhydre de fer.

*b.* J'ai dit que l'intensité dans la coloration du lehm brun était variable, ainsi que ses autres propriétés physiques et sa composition chimique, et que ces différents caractères étaient en rapport direct entre eux. Or, si le lehm brun s'était déposé tout formé dans l'état où nous le voyons aujourd'hui, s'il n'était pas le résultat d'une modification opérée sur place, sa coloration et tous ses autres caractères seraient uniformes partout, et l'on ne comprendrait pas qu'une substance aussi ténue ne se serait pas mêlée, comment elle ne serait pas devenue d'une homogénéité complète, comme cela est arrivé avec le lehm gris.

*c.* A quoi attribuerait-on les nombreuses concrétions calcaires qu'on rencontre dans le lehm gris, sinon à une dissolution du carbonate de chaux dans les assises supérieures, et sa concentration et sa solidification dans celles inférieures?

Ces concrétions sont principalement de deux sortes : 1° les rognons calcaires et les canaux cylindroïdes, tapissés sur leurs parois d'un calcaire spongieux blanc sale ayant une certaine con-

sistance ; elles sont connues depuis longtemps, et je n'ai à m'en occuper ici que pour en tirer des arguments favorables à ma thèse.

Pour les deux sortes de concrétions, j'ai examiné avec soin le lehm gris qui les enveloppe ; il n'est aucunement changé ; il n'a pas perdu de calcaire et n'a pas mis en évidence l'hydroxyde de fer. Le carbonate de chaux a donc dû s'être infiltré de plus haut et de plus loin ; il doit d'autant plus en être ainsi que les rognons calcaires se trouvent le plus ordinairement à la base du lehm gris où ils forment des couches de 15 à 20 centimètres. Ce sont là des circonstances ordinaires ; mais j'ai vu des cas où un seul rognon arrondi atteint 30 centimètres de diamètre ; d'autres où, dans une forme plus allongée, le rognon arrive jusqu'à 60 centimètres dans son plus grand diamètre, et sert de moellon dans une localité pauvre en pierres. Une aussi énorme accumulation de carbonate de chaux aurait dû en priver à une grande distance le lehm gris ambiant et changer complétement sa nature. En n'admettant pour épaisseur de la couche des concrétions que 30 centimètres, en admettant qu'elles aient la même densité que le lehm gris, il y aurait eu pour la formation des concrétions absorption complète de carbonate de chaux sur une couche d'égale épaisseur, c'est-à-dire de 30 centimètres de lehm gris, ce dernier contenant moitié moins de carbonate de chaux que les concrétions. Une modification sur une aussi grande échelle ne pourrait pas échapper au moins clairvoyant.

On n'objectera pas que les concrétions calcaires sont arrivées toutes faites avec le lehm gris, et qu'elles n'ont ainsi pas eu besoin de s'approvisionner de calcaire au détriment de ce dernier, car cette opinion ne soutient pas le moindre examen.

Les coquilles habituelles du lehm gris sont souvent empâtées dans les concrétions ; quelquefois elles se trouvent incrustées à leur surface, de manière à n'y être fixées que par le tiers ou le quart de leur longueur, tandis que le reste s'étend dans le vide.

Eh bien, ces coquilles si fragiles comme, par exemple, la *Succinea oblonga* Drap., n'ont pas subi la moindre altération et sont conservées dans l'intégrité complète de leur forme. Si l'on suppose une de ces concrétions hérissée d'extrémités de coquilles roulant avec le torrent diluvien du lehm un seul instant, un seul choc aurait tout brisé et tout usé. Nous verrions du reste dans ce cas les rognons, non pas dans leurs formes excessivement irrégulières, tantôt arrondies comme des pommes de terre, tantôt aplaties, allongées et présentant des extrémités presque pointues et souvent

fourchues, mais nous les verrions dans la forme des galets diluviens.

La seconde sorte de concrétion calcaire, c'est-à-dire celle cylindroïde, est évidemment moulée sur des racines enfoncées dans le lehm ; tous les savants qui s'en sont occupés, entre autres MM. Fournet et Daubrée, sont d'accord là-dessus. Ici le calcaire est plus pur que dans les rognons, et cela se conçoit. Le carbonate de chaux en dissolution a dû couler depuis le haut à la surface des racines, et, quand la substance végétale a été détruite, il est venu se déposer sur les parois intérieures du tube à l'état concret. Le milieu dans lequel se sont formées l'une et l'autre des deux concrétions explique leur différence de pureté ; mais, puisque l'origine récente des canaux cylindroïdes est bien établie, cela vient ajouter à la probabilité que les rognons se sont formés dans les mêmes circonstances.

*d*. Les coquilles caractéristiques du lehm gris existent parfois dans le lehm brun, mais elles y sont d'une grande rareté ; elles ont été détruites par l'action des eaux acides. Nous le prouverons quand nous parlerons du gravier du Sundgau, où des calcaires compactes ont été dissous dans les mêmes circonstances jusqu'à une profondeur de plusieurs centimètres, tandis que les coquilles dont il s'agit ont dans leurs parties les plus fortes à peine 1/4 de millim. d'épaisseur (1).

*e*. La limite inférieure du lehm brun présente presque toujours un parallélisme parfait avec la surface du sol, et, si elle s'en écarte, les deux lignes qui déterminent cette disposition forment toujours des angles très faibles. Les dépôts diluviens n'affectent généralement pas cette régularité et au contraire la variation de leur puissance se fait souvent en soubresauts. Cette circonstance met en évidence la relation étroite du lehm brun avec la surface du sol ; elle fait comprendre que cette dernière est une des données qui ont déterminé la formation du lehm brun.

Quand on soumet le lehm gris (celui de Bartenheim) à l'action de l'eau chargée d'acide carbonique à la pression atmosphérique,

---

(1) Dans la gravière de Binningen, l'assise supérieure du diluvium consiste en 1 à 1 1/2 mètre de lehm brun sans coquilles. M. P. Mérian attribue cette absence à un remaniement dont l'effet mécanique aurait détruit ces petites et fragiles coquilles. Je crois plutôt que cette absence est due à la cause que j'indique ici, d'autant plus qu'une destruction par des chocs ou des frottements laisserait subsister des fragments de ces coquilles.

il se dissout une notable quantité de carbonate de chaux et le lehm prend une légère coloration ocreuse. On obtient le même effet, très affaibli il est vrai, quand l'eau acide est remplacée par de l'eau distillée très pure. Ces réactions, qui exigent quelque durée, se montrent quand les mélanges exposés à l'air sont dans un repos complet, mais l'agitation les accélère et les augmente; elles se produisent également dans des flacons bien bouchés et remplis entièrement de liquide, mais dans ce cas seulement avec l'eau acide et non avec l'eau distillée.

La réaction est beaucoup plus prompte et plus complète si on emploie l'acide acétique étendu de 2/3 d'eau (mélange qui ne dissout à peu près point d'oxyde de fer); on obtient également le même résultat si on remplace le lehm gris par un calcaire compacte presque blanc (astartien de Ferrette) préalablement pulvérisé.

Enfin le carbonate de chaux pur (provenant d'analyses) se comporte comme le lehm gris, sauf qu'il ne donne pas de coloration jaune.

Dans toutes ces expériences, le carbonate de chaux est dissous à l'état de bicarbonate, grâce à un excès d'acide carbonique; quand c'est l'eau distillée qu'on a employée, cet acide a évidemment été fourni par l'air. L'oxyde de fer qui existe dans le lehm gris ainsi que dans le calcaire compacte à l'état de mélange de protoxyde et de sesquioxyde, dégagé du calcaire, passe à un degré d'oxydation supérieur quand l'air y a accès, qu'il soit fourni par l'atmosphère, ou par l'eau elle-même. Quand j'ai opéré avec l'eau chargée d'acide carbonique ou distillée, aucune trace d'oxyde de fer n'a été dissoute.

Si dans la nature les choses se passent autrement, si l'on trouve aussi bien dans les concrétions cylindroïdes que dans le calcaire blanc pulvérulent des gravières dont il sera question plus loin, de petites quantités d'oxyde de fer, cela doit être attribué, ainsi que l'ont fait voir MM. Bischof et Daubrée, à l'action désoxydante de la végétation en décomposition, qui permet la formation d'une petite quantité de carbonate de fer entraînée ensuite par les eaux.

La nature exécute elle-même cette opération en grand. Très souvent dans des affleurements, comme pour ceux de l'astartien des environs de Ferrette ou de Belfort, assez élevés pour qu'aucun dépôt diluvien n'ait pu les atteindre, le calcaire compacte est couvert d'une légère couche de limon ou d'argile de couleur brun-rouge intense, qui se loge aussi dans les fentes de la roche et, s'accumulant dans les dépressions et bas-fonds, y forme des amas

considérables qui constituent dans ces localités la terre végétale.

Cette argile à peu près dépourvue de carbonate de chaux est évidemment le résidu de l'action des eaux atmosphériques sur la partie superficielle de la roche en place, dont le calcaire a été dissous et entraîné par les eaux et dont l'oxyde de fer devenu libre s'est peroxydé et forme avec la silice et l'alumine, non ou peu attaqués par le dissolvant, l'argile rouge-brun en question (1).

Voici un autre exemple plus concluant encore du même fait. On rencontre dans les hauteurs du Mont-d'Or près de Lyon, un calcaire siliceux appelé *ciret* dans le pays, et que M. Thiollière range dans le bajocien. Ce calcaire est très finement grenu, presque compacte, d'une coloration légère de gris-clair très peu nuancé de jaune. Les surfaces exposées à l'air abandonnent leur carbonate de chaux et laissent un résidu siliceux d'une grande ténuité et dont la consistance faible ne résiste pas à l'action d'un couteau. Or, ce résidu qui atteint quelquefois plus d'un centimètre d'épaisseur est coloré assez fortement en jaune d'ocre. La décomposition du basalte par les agents atmosphériques produit un bol rouge qui ne contient presque plus de calcaire (2). Enfin la décomposition des grauwackes, roches métamorphiques, porphyres, granites des Vosges, est toujours accompagnée de l'apparition de la couleur ocreuse.

Nous devons conclure de tout ce que je viens de dire que le lehm brun est le résultat d'une transformation du lehm gris en place dont le calcaire a été dissous par les eaux atmosphériques et entraîné dans les assises inférieures où il a formé les rognons calcaires et les canaux cylindroïdes. L'oxyde de fer dégagé du carbonate de chaux a pris un degré plus élevé d'oxydation et a constitué le fond de la coloration du lehm brun, qu'une certaine quantité de substance végétale est venue salir.

Cette conclusion sera renforcée par quelques nouveaux arguments que je produirai lorsqu'il sera question du gravier rhénan qui a été transformé par les mêmes procédés en gravier du Sundgau.

---

(1) Cette opération, on le voit, a les plus grands rapports avec ce qui a dû se passer dans la formation du minerai de fer en grain.

(2) Fournet, *Mémoire sur la rubéfaction des roches* (extrait des *Annales de la Société d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles de Lyon*, p. 15).

*Lehm gris.*

Pour le but que je me propose dans le présent travail, il me reste peu de chose à dire sur cette variété, ayant dû presque épuiser la matière dans les chapitres précédents pour le besoin de la discussion.

Dans les observations qui ont été faites jusqu'à présent par de nombreux auteurs sur le lehm alpin, on n'a pas distingué entre les différentes variétés de lehm. Je vais chercher à établir cette distinction et dire les caractères propres au lehm gris en particulier, quoique ce soient à peu près les mêmes attribués au lehm alpin en général.

Le lehm gris est, parmi les trois variétés, de beaucoup la plus puissante et la plus répandue ; il constitue le lehm originaire et normal, tel que le courant diluvial l'a répandu dans la vallée du Rhin. La puissance du lehm gris ne peut pas être indiquée exactement parce que dans les données fournies par les différents auteurs les trois variétés du lehm sont confondues. Les plus grandes épaisseurs du lehm alpin que j'ai eu occasion d'observer sont 18 mètres dans une grande fouille près d'Innenheim sur la route de Barr à Strasbourg, entre la quatorzième et la treizième borne kilométrique ; ensuite 17 mètres à Oberschaffhausen dans un chemin creux appelé Kaelbergasse, montant au Kaiserstahl ; M. Daubrée (1) a indiqué des épaisseurs plus considérables, 60 à 80 mètres dans les collines à l'ouest de Strasbourg. Si l'on déduit de ces chiffres maximum le quart ou le tiers pour les deux autres variétés, on aura la puissance approximative du lehm gris.

J'ai déjà donné la définition du lehm alpin de M. Gras ; elle s'applique assez bien au lehm gris. Cependant il manque à cette définition pour la bien séparer de celles du lehm brun et du lehm jaune les caractères suivants : 1° le lehm gris se réduit très facilement en poussière lorsqu'il est sec, tandis que les deux autres variétés se séparent en polyèdres irréguliers et se durcissent à l'air ; 2° le lehm gris est la seule des trois variétés dans laquelle on rencontre les concrétions calcaires en rognons ou cylindroïdes ; 3° le lehm gris est la véritable station des coquilles ; les deux autres variétés n'en contiennent que rarement. Ce fait est surtout frappant dans les coupes présentant à la fois en superposition directe les trois variétés ; on voit alors le plus souvent la richesse

(1) *Description minéralogique et géologique du Bas-Rhin*, p. 222.

en coquilles du lehm gris s'évanouir complétement dans le lehm brun ou jaune.

J'ai dosé le carbonate de chaux dans les concrétions du lehm gris.

| | |
|---|---|
| Celles en rognons m'ont donné. . . . . | 58,56 %. |
| Celles cylindroïdes. . . . . | 85,88 (1). |

J'ai déjà établi que le lehm alpin était la dernière des formations diluviennes, et qu'il recouvrait les graviers rhénan, du Sundgau, du Jura et des Vosges. Il est dès lors surprenant que quelquefois le lehm gris, qui fait partie intégrante du lehm alpin, se trouve intercalé dans le gravier rhénan ou sous-jacent au gravier du Sundgau. Ce cas est rare; je vais citer les deux exemples que j'en ai observés.

Le premier (voy. fig. 1) se trouve dans la grande gravière située

---

(1) Ces tubes de calcaire incrustant, quand on en détache le lehm gris dont ils sont enveloppés, ont assez de consistance pour être nettoyés, lavés et séchés sans se briser. Après la pulvérisation, on en a séparé le carbonate de chaux par l'acide acétique mêlé de deux tiers d'eau. Le résidu a été traité par l'acide chlorhydrique bouillant, puis on a filtré, lavé et chauffé au rouge. De la liqueur découlée de ce résidu, on a précipité l'oxyde de fer et l'alumine par le sulfure d'ammonium qui a été filtré, lavé et calciné. On a eu le résultat suivant :

| | |
|---|---|
| Carbonate de chaux. . . . . | 85,88 %. |
| Résidu siliceux. . . . . | 6,90 |
| Oxyde de fer et alumine . . . | 0,63 |
| Perte . . . . . | 6,58 |
| | 99,99 |

Ces chiffres montrent que les eaux atmosphériques ne dissolvent pas seulement dans le lehm gris le carbonate de chaux, mais aussi la silice et l'oxyde de fer. Le résidu siliceux pourra être en partie à l'état de silicate insoluble ; mais encore dans ce cas la teneur de silice y sera notable. Quant à l'oxyde de fer, les eaux atmosphériques en dissolvent une partie, en lui conservant sans doute le même degré d'oxydation qu'il avait dans la roche ; l'autre et la plus grande partie est immédiatement précipitée et changée en sesquioxyde.

Le calcaire blanc pulvérulent qui existe en coulées dans les gravières, comme on verra plus loin, contient également une notable proportion d'oxyde de fer. Du reste, cette observation n'est pas nouvelle ; les analyses faites jusqu'à ce jour des dépôts produits par les sources incrustantes indiquent à peu près toutes une notable teneur d'oxyde de fer.

près de Rixheim, à la croisière des routes de Bâle à Emisheim et de Mulhouse à Ottmarsheim.

L'assise supérieure, que nous verrons plus loin être identique avec ce que M. Gras appelle gravier du Sundgau, a une couleur ferrugineuse qui augmente vers le bas, et est la plus forte à sa limite inférieure, là où elle repose sur le gravier rhénan. Cette limite, comme le dessin l'indique, ne forme pas une ligne droite, mais est très ondulée. Dans le gravier rhénan, dont la puissance visible est ici de plus de 8 mètres, sont intercalées d'abord des couches de sable fin, absolument de même nature que celui qui remplit les interstices des galets, mais qui ici est réuni en amas allongés se terminant en coin aux deux extrémités, puis et au-dessous des amas de même forme constitués par du lehm gris. Ces derniers, de forme lenticulaire, ont au centre 30 à 35 centimètres d'épaisseur, et se trouvent à 150 centimètres au-dessous de la ligne de jonction du gravier ferrugineux et du gravier rhénan; dans le bas, ce dernier continue sans autre altération ni mélange.

Ce lehm gris a la même couleur et les mêmes caractères physiques que celui qu'on voit partout ailleurs. Voici sa composition chimique qui ne diffère que très peu de celle du lehm gris typique de Bartenheim.

| | |
|---|---|
| Perte au feu . . . . . | 0,046 |
| Résidu siliceux. . . . . | 0,5835 |
| Carbonate de chaux. . . . . | 0,334 |
| Alumine. . . . . | 0,0105 |
| Oxyde de fer . . . . . | 0,0185 |
| Manque . . . . . | 0,0075 |
| | 1,0000 |

Le second exemple se rencontre sur le talus de la route, au sortir de Waltighoffen vers Folgenspurg, un peu au delà de la trentième borne kilométrique (voy. fig. 2).

Sur la gauche de la coupe, on voit en partant du haut :

*a*. 350 à 400 centimètres lehm brun ou jaune et sable mêlé d'un peu de galets.

*b*. 30 centimètres galets ferrugineux.

*c*. 60 centimètres lehm gris, ayant tous les caractères propres à cette variété et renfermant les coquilles habituelles.

Ces deux cas isolés et exceptionnels, peut-on les attribuer à des remaniements partiels et locaux ?

*Lehm jaune.*

Le lehm jaune présente à peu près les mêmes propriétés physiques et chimiques que le lehm brun, sauf que sa coloration est celle pure et non salie de l'hydroxyde de fer. Il contient un peu plus de calcaire que le lehm brun, mais beaucoup moins que le lehm gris ; il est beaucoup moins cohérent et plus plastique que ce dernier, se gerce, et prend du retrait par la dessiccation et s'éboule alors facilement; il ne renferme généralement, comme le lehm gris, ni galets ni sable, et est dans un état de grande ténuité.

J'ai déjà donné une analyse du lehm jaune de Bartenheim qui peut passer pour type ; en la comparant avec la moyenne des deux analyses du lehm gris déjà indiqué, on a le résultat suivant :

| | Lehm gris. | Lehm jaune. |
|---|---|---|
| Perte au feu . . . . . | 0,046 | 0,043 |
| Résidu siliceux. . . . . | 0,5725 | 0,817 |
| Carbonate de chaux. . . | 0,328 | 0,067 |
| Alumine. . . . . | 0,0107 | 0,025 |
| Oxyde de fer. . . . . | 0,029 | 0,0505 |
| | 0,9862 | 1,0025 |

J'ai constaté pour d'autres échantillons une effervescence faible avec l'acide chlorhydrique et souvent même presque nulle.

Les coquilles habituelles au lehm gris se rencontrent aussi dans le lehm jaune, mais avec beaucoup moins de fréquence. Ce fait doit être attribué à la même cause que j'ai déjà indiquée pour le lehm brun, c'est-à-dire à l'action dissolvante des eaux atmosphériques. Cette action, qui continue sans doute encore aujourd'hui, ne s'est pas produite partout avec la même énergie ; les coquilles subsistent donc en partie là où elle a été incomplète.

Ainsi que le lehm brun, le lehm jaune est employé de préférence pour les tuileries. Au Bruderholtz, à quelques kilomètres au sud de Bâle, où l'on voit le lehm jaune alterner plusieurs fois avec le lehm gris, ce dernier est séparé et rejeté comme impropre à la fabrication des tuiles et des briques.

Je viens de parler d'alternance ; cela m'amène à examiner les relations de gisement du lehm jaune avec le lehm gris.

Quelquefois le lehm jaune est placé au bas du lehm gris, comme cela existe à Bartenheim ; mais ce n'est pas là une véritable superposition due à une différence d'âge, comme l'a cru M. Gras ; ce n'est qu'un accident, car ordinairement le lehm jaune se présente

en bandes intercalées dans le lehm gris. Ces bandes ont 50 centimètres, plus ou moins, de largeur, et se terminent assez souvent en pointes aux deux extrémités, formant alors des amas lenticulaires; assez souvent aussi elles sont dans une position oblique et se répètent plusieurs dans la même coupe.

Je vais citer quelques exemples de ces relations:

*Coupe à Lutterbach dans le chemin de voiture qui conduit à Richwiller* (fig. 3).

Ici l'alternance est répétée trois fois; les bandes ou couches qui la produisent sont dans une position oblique avec la surface du sol ou avec la base sur laquelle repose tout le système du lehm.

A l'extrémité nord-ouest de cet escarpement, on voit depuis le haut:

*a.* Une faible couche de lehm brun peu coloré;

*b.* 3 mètres de lehm gris;

*c.* 1m,50 lehm jaune;

*d.* 1m,50 lehm gris.

En se dirigeant vers Lutterbach sur une légère pente du chemin, on voit encore surgir une nouvelle bande de lehm jaune, puis un peu plus loin et au-dessous, une dernière bande de lehm gris; il y a donc dans cette coupe en tout trois assises de lehm gris et deux de lehm jaune. Le lehm gris seul renferme les coquilles habituelles et les concrétions calcaires en rognons ordinaires; il ne se trouve rien ni de l'un ni de l'autre dans le lehm jaune.

Dans la grande carrière de Brunstatt, le lehm jaune est enchevêtré avec le lehm gris (fig. 4).

*a.* Faible couche de lehm brun, d'une teinte claire, et qui se perd vers la droite de la coupe.

*b.* Lehm gris avec beaucoup de concrétions à la base.

*c.* Lehm jaune. La seconde bande à compter du bas a une épaisseur de 100 à 150 centimètres vers la gauche; elle se fond vers le haut avec le lehm gris, tandis qu'à la limite inférieure, elle tranche bien avec lui. Sur la gauche, la puissance totale du lehm est 500 à 600 centimètres; elle est un peu moindre à l'extrémité droite de la carrière où aussi le lehm a complétement disparu.

*d.* Calcaire d'eau douce.

Une disposition analogue existe dans la carrière de M. Geyelin, située aussi dans la banlieue de Brunstatt, mais plus rapprochée de 1 kilomètre de Mulhouse (fig. 5).

*a.* Lehm brun; son épaisseur vers la gauche de la coupe est de

2 à 2 1/2 mètres; sa coloration augmente en intensité vers le bas où il tranche nettement avec le lehm gris. La couleur de ce lehm brun, moins salie, approche de celle du lehm jaune.

*b*. Lehm gris. Vers la gauche, son épaisseur est de 2 mètres; elle diminue graduellement vers la droite pour finir en pointe; dans sa partie inférieure, il contient beaucoup de rognons calcaires.

*c*. Lehm jaune.

*d*. Calcaire d'eau douce.

Le lehm brun existe presque toujours dans les dépôts de lehm alpin, et, quoique faible de couleur ou d'épaisseur, on ne manque pas de le découvrir quand il repose sur du lehm gris; mais, quand au contraire il s'appuie sur du lehm jaune, les deux variétés peuvent se confondre. On trouve un exemple de cette disposition dans le chemin de Dornach à Galfingen (fig. 6).

Le lehm coloré, jaune ou brun, forme ici un escarpement de 3 mètres de hauteur; dans son milieu et entourée de toute part par lui, se trouve une lentille de lehm gris normal, de 1 mètre de diamètre au milieu et de 6 mètres de long.

C'est dans le même chemin et un peu au sud de la précédente coupe que j'ai rencontré les coquilles caractéristiques du lehm gris dans du lehm jaune incontestable.

J'ai observé une disposition analogue à celle de la coupe ci-dessus (fig. 6) à Achenheim (Bas-Rhin), mais ici les rôles sont renversés. Un amas lenticulaire en forme de flamme et en position oblique, est entouré de tous côtés par du lehm gris.

Sans m'arrêter à une description détaillée, je citerai encore quelques localités où le lehm jaune est intercalé dans le lehm gris ou alterne avec lui.

1° Chemin de Zimmersheim à Mulhouse, au haut de la rampe en sortant de la première de ces communes; une croix qui est plantée là indique bien l'endroit.

2° Sur la route impériale de Bar-le-Duc à Bâle, dans les escarpements qu'offrent la tranchée et la côte de Pfastatt.

3° Sur le chemin de Dornach à Galfingen.

4° Sur le chemin de Mulhouse à Habsheim, dans un endroit près de la carrière de Rixheim où ce chemin est profondément encaissé dans le lehm et à forte rampe.

5° Aux environs de Brunstatt, dans le chemin de voiture qui conduit du Tiefgraben vers ce village, et dans le chemin creux dit *Hohlegasse* où le lehm alpin forme un escarpement de 7 à 8 mètres.

6° Dans la grande glaisière de Bruderholtz, au sud de Bâle, le

lehm alpin y offre une paroi verticale de 7 mètres, dans laquelle on voit le lehm jaune alterner deux fois en bandes obliques avec le lehm gris.

7° Dans le haut d'un chemin creux dans lequel on monte d'Oberschafhausen aux Neun-Linden (au Kaiserstuhl), on voit deux bandes de lehm jaune, chacune de 1 à 2 mètres d'épaisseur, séparées par une bande de lehm gris avec rognons calcaires. Ici le lehm jaune contient des coquilles comme le lehm gris.

8° Au sortir de Dornach vers Niedermorschwiller, la route présente une rampe, et à côté une grande fouille qui a fourni du *remblai* au chemin de fer ; on observe sur ses escarpements les assises suivantes et partant du haut :

*a.* 80 centimètres lehm, tenant par sa couleur et sa cohérence le milieu entre le lehm brun et le lehm gris.

*c.* 80 centimètres lehm jaune, de couleur assez vive, tranchant bien avec les assises au-dessus et au-dessous. Quand on compare la teinte de ce lehm avec celle d'échantillons types de lehm jaune, on reste incertain si ce n'est pas du lehm brun ; la coloration ocreuse n'est presque pas salie.

*b.* Plusieurs mètres lehm gris normal.

Dans plusieurs localités, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, le lehm jaune se trouve à la base du lehm gris dans une position à peu près parallèle à la surface du sol.

1° La coupe de Bartenheim, dont la description a été faite dans la première partie de ce travail, est à ranger dans cette catégorie.

2° Dans une grande glaisière située près d'Altkirch, sur le flanc nord-ouest du Roggenberg, et appartenant à M. Gilardoni, on observe les relations suivantes en partant du haut :

*b.* 2 1/2 mètres lehm gris avec les coquilles habituelles.

*c.* 3 mètres lehm jaune sans aucune trace de coquilles.

Les deux assises ne contiennent ni sable ni galets; elles sont séparées par une bande noirâtre dont la direction est ondulée et suit le relief du sol. Cette bande est formée par une accumulation de petites masses arrondies, ayant au plus 1 centimètre de diamètre et colorées en noir par l'oxyde de manganèse. Une autre bande pareille existe dans le lehm jaune à 60 centimètres de la base de la glaisière. Ces deux bandes ont chacune une largeur de 25 à 30 centimètres ; leur coloration noire est plus forte sur leur axe et s'atténue par degrés vers les bords. L'espace entre ces deux bandes est picoté de points noirs également colorés par l'oxyde de manganèse, mais qui n'ont plus que 1 millimètre et moins de grosseur.

3° Voici encore, pour clore cette série, la coupe d'une grande carrière abandonnée située à Brunstatt (fig. 7).

*a*. 50 à 100 centimètres lehm brun ;

*b*. 150 centimètres lehm gris à la droite de la coupe;

*c*. 100 à 150 centimètres lehm jaune à droite aussi, et qui se fond vers la gauche dans le lehm gris.

*d*. Calcaire d'eau douce.

Le lehm jaune ne se sépare pas toujours d'une manière tranchée du lehm gris; quelquefois et même assez souvent les deux variétés se fondent et se mêlent sur leurs limites. On rencontre aussi du lehm légèrement coloré en jaune, et qui sous ce rapport, comme sous celui de tous les autres caractères, tient le milieu entre le lehm jaune type et le lehm gris normal; on en voit un exemple dans le chemin qui de Margrethen conduit sur la hauteur du Bruderholtz (près de Bâle).

Les détails descriptifs dans lesquels je viens d'entrer me semblent amener tout naturellement et sans effort la conclusion que le lehm jaune, lui aussi, n'est pas une formation particulière, indépendante, venue à son temps pour prendre sa place parmi les assises du diluvium, mais que, comme le lehm brun, il est le résultat d'une transformation du lehm gris opérée par les eaux atmosphériques.

Les arguments que j'ai fait valoir pour établir l'origine du lehm brun peuvent presque tous s'appliquer au lehm jaune; mais on peut y ajouter que la grande irrégularité, on pourrait dire l'arbitraire de sa position et de sa distribution dans l'intérieur du lehm alpin; les formes singulières et souvent obliques qu'affectent ses dépôts; ses nombreuses alternances; son passage par degrés insensibles au lehm gris, tout en s'en séparant d'autres fois très nettement; l'absence des coquilles caractéristiques du lehm gris dans certains cas, leur présence dans d'autres; que tous ces motifs excluent d'une manière absolue toute idée de formation indépendante. En réfléchissant sur ce que je viens de dire du lehm jaune, on comprend comment M. Gras est arrivé à réunir le lehm alpin du Sundgau au gravier de cette contrée, et à distinguer ce lehm de celui de la plaine.

La couleur ferrugineuse et la nature argileuse du lehm jaune l'ont conduit à le réunir au gravier, puis son enchevêtrement avec le lehm gris ne lui a pas permis de séparer ce dernier de l'ensemble du diluvium du Sundgau.

*Gravier rhénan.*

Le but de ce travail étant principalement de rechercher l'âge et la nature du terrain appelé diluvium du Sundgau, je ne répéterai pas les généralités que les auteurs ont fait amplement connaître sur le gravier rhénan ; je dirai cependant les noms qui ont été donnés à ce terrain : M. Pierre Mérian l'a appelé *Geroell Ablagerungen* (dépôts de galets et de gravier) ; M. Voltz, *alluvion ancienne* ; M. Daubrée, *gravier ancien du Rhin*.

Ce que je veux surtout établir ici, c'est que le gravier ferrugineux du Sundgau n'est autre chose que le gravier rhénan modifié par la perte de presque tout son calcaire, et par une altération plus avancée et simultanée des galets non calcaires.

Je crois avoir démontré que le lehm, brun, gris ou jaune, qui recouvre quelquefois le gravier du Sundgau, devait être réuni au lehm alpin de la plaine avec lequel il est identique ; je n'aurai donc plus affaire qu'au gravier du Sundgau lui-même.

Enfin, je rappellerai que M. Gras a mis hors de doute que ce gravier n'était pas tertiaire et qu'il était un véritable diluvium.

Les motifs sur lesquels s'appuie M. Gras pour séparer le gravier du Sundgau de celui du Rhin, et qui avaient déjà été employés plus ou moins par les géologues qui l'ont précédé, sont les suivants :

1° La nature des galets et du sable est différente dans les deux graviers : celui de la plaine du Rhin contient beaucoup de calcaire, tandis qu'il n'y en a pas ou du moins excessivement peu dans le gravier du Sundgau.

2° Le gravier de la plaine du Rhin est habituellement d'une teinte claire et contient peu d'oxyde de fer ; le gravier du Sundgau est constamment ferrugineux.

3° L'altération des galets est assez rare dans le gravier rhénan ; elle est au contraire fréquente dans ceux du Sundgau.

4° Le gravier rhénan donne au lavage des lamelles d'or et des grains de fer titané ; le gravier du Sundgau n'en donne pas.

5° Le gravier du Sundgau est superposé au gravier rhénan et est donc d'une formation plus récente.

Je vais discuter chacun de ces arguments :

1° La proportion dans laquelle les différentes roches entrent dans la composition du gravier rhénan est assez variable, surtout si l'on met hors ligne les quartzites et que l'on ne compare que les roches qui sont toujours en grande minorité. Ainsi, dans la grande gravière, à la croisière des routes près de Rixheim, le calcaire

aurait été assez abondant, il y a quelques années, pour qu'on ait eu l'idée de le trier et de le réunir pour en faire de la chaux vive, tandis que je l'ai trouvé complétement absent parmi les galets sortis lors du forage d'un puits à Mulhouse, à la profondeur de 9 mètres.

La composition de ces galets, que j'ai examinés avec un grand soin, était la suivante :

*Galets d'origine rhénane.*

| | | |
|---|---|---|
| Quartzites divers . . . . . | 130 | 137 |
| Quartz blanc. . . . . | 7 | |

*Galets d'origine vosgienne.*

| | | |
|---|---|---|
| Porphyres et eurites. . . . . | 46 | 86 |
| Granites et syénites. . . . . | 14 | |
| Diorites. . . . . | 10 | |
| Quartz blanc . . . . . | 6 | |
| Grauwacke 8, schiste 1, jaspe 1. | 10 | |
| Total. . . . . | | 223 galets. |

Le diamètre de ces galets était de 2 1/2 à 14 centimètres ; ceux rhénans étaient comme toujours beaucoup plus arrondis que ceux provenant des Vosges. Cette circonstance est utilisée pour les cas douteux, comme ceux des granites colorés, à distinguer l'origine. Ici donc, à 4 kilomètres de la gravière de Rixheim, il n'y avait plus aucun galet calcaire. On ne dira pas que cette assise de galets sous-jacente aux galets vosgiens appartenait déjà au diluvium du Sundgau ; car elle n'avait aucun de ses caractères, tels que la couleur ferrugineuse, mais surtout la présence de flysch décomposés et devenus polyédriques.

J'ai déjà dit qu'à Bartenheim le calcaire et les roches de la forêt Noire étaient excessivement rares.

On verra plus loin que la gravière de Seppois-le-Bas (coupe fig. 10) contient presque autant de calcaire que celle de Rixheim (fig. 9) quant aux galets, et notablement plus quant au sable.

Voici un autre motif qui peut expliquer cette différence signalée dans l'abondance ou l'absence des galets calcaires.

Après avoir examiné avec grand soin les galets de flysch, j'ai reconnu que ceux qui n'étaient pas altérés ne pouvaient pas se distinguer des calcaires jurassiques de nuance foncée, à moins de recourir à l'analyse quantitative.

J'ai pu me dispenser de cette opération, puisque j'ai eu à ma

disposition une série d'échantillons à tous les degrés d'altération. Le flysch sain dans la plaine du Rhin est d'une couleur gris olive, à cassure compacte, un peu conchoïde, à grain très fin ; il est fragile au marteau et produit des arêtes aiguës. Ces caractères sont à peu près ceux de certains calcaires jurassiques ; j'ajouterai que la dureté et l'énergie de l'effervescence avec l'acide chlorhydrique que présente le flysch ne peuvent guère plus le faire distinguer du calcaire jurassique. Avec les procédés ordinaires dont usent les géologues, il est donc presque impossible de ne pas confondre ces deux roches, et il arrivera dès lors que dans les dépôts où les galets sont peu altérés, on trouvera en apparence beaucoup de calcaire, mais ce seront en réalité des flysch sains; dans ceux au contraire où l'altération sera très avancée, la plus grande partie de ce faux calcaire sera transformée en flysch polyédrique dont l'état particulier de clivage ne permet plus de confusion.

Quant aux roches autres que calcaires, les granites colorés et les porphyres quartzifères, par exemple, sont rares dans le gravier du Sundgau, beaucoup plus rares que dans celui de la plaine du Rhin; mais il y en a : M. Gras lui-même en convient. Cette différence dans l'abondance de ces roches et d'autres encore ne paraît plus aussi extraordinaire, quand on cherche à se représenter comment les choses ont dû se passer lors de la formation de ces dépôts de transport.

Le courant diluvien, en débouchant dans la vallée de l'Alsace, avait, entre le Grenzacherhorn et le Wartenberg, une largeur d'environ 3 kilomètres. Or, il est naturel de penser que la partie sud du courant, celle qui a dû fournir les matériaux au Sundgau, était moins chargée de galets de la forêt Noire que la partie nord, comme étant plus éloignée de ces montagnes. En général et même en amont du débouché indiqué, les galets assez lourds, enlevés au pied des montagnes ou à l'embouchure des rivières, ont dû être entraînés avec une grande vitesse, et ont dû suivre la ligne la plus courte de la pente, sans trop se mêler avec les galets de l'autre rive du courant et sans former avec eux un tout homogène. Le contact des galets de la forêt Noire avec ceux venus des Alpes n'a pas eu lieu sur une longue étendue, et les occasions de se mêler qu'auraient pu leur offrir les irrégularités du courant ont été d'autant moins fréquentes.

2° La présence ou l'absence de la coloration ferrugineuse, dont on veut faire un caractère distinctif entre les deux diluviums, ne peut pas se prendre dans un sens absolu et souffre beaucoup d'exceptions. Il y a donc des dépôts de gravier rhénan dans lesquels

on trouve des assises ferrugineuses, et il y a des dépôts de gravier du Sundgau dont la plus grande partie de l'épaisseur n'a qu'une coloration ferrugineuse très faible. Le premier fait peut être constaté dans la grande gravière située à côté de la route de Bâle à Binningen où l'on voit des bandes fortement ferrugineuses, plus ou moins régulières, intercalées dans le gravier rhénan et dont l'épaisseur va jusqu'à 2 mètres. La même chose, moins développée, s'observe à Binningen même.

La grande gravière de Niedermuespach, qui offre de l'intérêt sous d'autres rapports, présente la circonstance contraire (fig. 8).

Le côté droit de cette coupe diffère un peu de celui gauche. Commençons par ce dernier et du haut :

*a.* 30 centimètres lehm brun clair ;

*b.* 100 centimètres lehm brun foncé ;

*c.* 150 centimètres lehm gris normal avec coquilles ;

*d.* 75 centimètres gravier du Sundgau, coloré en noir par l'oxyde de manganèse ;

*e.* 75 centimètres gravier du Sundgau avec forte coloration ferrugineuse ;

*f.* Gravier du Sundgau sans coloration ferrugineuse.

*Côte droit.*

*a* et *b.* Assises identiques avec celles du côté gauche, avec une moindre épaisseur.

*c.* Le lehm gris change ici complétement de nature ; il est plus argileux, coloré en jaune et en gris clair bleuâtre.

*e* et *f.* Assises identiques avec celles de mêmes lettres du côté gauche.

Toutes ces assises du gravier présentent l'altération ordinaire au gravier du Sundgau et surtout les flysch polyédriques.

La gravière de Seppois-le-Bas, dont on verra la description plus loin, présente des circonstances analogues quant à la coloration.

3° La différence dans le degré d'altération des galets dans les deux sortes de gravier n'est ni aussi grande ni surtout aussi constante qu'un examen superficiel et restreint à un trop petit nombre de localités pourrait le faire croire. Ainsi, dans les dépôts de gravier de la plaine du Rhin, tous les granites et toutes les protogines des Alpes sont dans un état de décomposition très avancé ; ils sont toujours désagrégés et souvent pulvérulents ; mais ensuite il y a des gravières, comme celle de Seppois-le-Bas, par

exemple, où l'état d'altération des galets est à un degré qui tient le milieu entre celui ordinaire du gravier du Sundgau et celui du gravier rhénan. Ce passage ne permet donc pas de séparer les deux gravières quant à ce caractère.

4° J'hésite beaucoup pour contester un fait avancé par M. Daubrée dont j'ai eu si souvent occasion d'apprécier l'exactitude des observations et la profondeur des vues; mais ici je ne peux être de son avis.

J'ai examiné le sable du Sundgau (de la gravière de Seppois-le-Bas), ainsi que celui du gravier rhénan de la plaine près de *Rixheim* (1), et je n'ai trouvé aucune trace de fer titané et d'or, ni dans l'un ni dans l'autre.

Il y a plus de dix ans, j'avais fait un essai pareil sur le sable d'une autre gravière de la plaine du Rhin sans plus de succès; et ces expériences négatives m'amènent à croire que ces deux substances ne sont pas aussi également répandues dans le gravier rhénan que M. Daubrée le suppose. Cette divergence d'opinion que je regrette s'expliquerait du reste facilement, si M. Daubrée avait comparé le sable du Sundgau, non à celui de la plaine du Rhin entre Mulhouse et Bâle, mais à celui des environs de Strasbourg

---

(1) Le sable isolé en amas lenticulaires des deux gravières n'a absolument rien abandonné au barreau aimanté. Les grains de couleur foncée, presque noire quelquefois, et du reste de différentes nuances et qu'on pouvait supposer renfermer du fer titané, ont été extraits de l'un et de l'autre de ces sables à l'aide de pincettes. Traités au feu de réduction du chalumeau avec le phosphate double, ils ont donné une perle complétement incolore. La plupart de ces grains n'étaient cependant pas fondus; ils étaient passés à l'état de squelette siliceux, et formaient des points blanc mat au milieu du verre transparent; c'étaient donc des grains de quartz coloré. Ces mêmes perles, chauffées sur le charbon avec de l'étain, n'ont pas pris plus de couleur; ils ont perdu leur demi-transparence et puis l'apparence d'émaux.

Un examen minutieux avec une forte coupe n'a rien laissé apercevoir de paillettes d'or dans ces sables.

Le sable du Rhin des environs de Strasbourg ayant subi un premier lavage, mais dont la couleur n'était guère plus foncée que celle à l'état normal, et qui m'a été donnée par M. Daubrée, s'est comporté tout autrement. On y apercevait avec la coupe des parcelles d'or; le barreau aimanté en retirait avec facilité une notable quantité de fer titané noir dans lequel le chalumeau a constaté ensuite, sinon la présence de l'oxyde titané, du moins celle d'une très forte proportion de fer à un degré peu élevé d'oxydation.

dont je ne conteste nullement la teneur en fer titané et en or.

J'ai remarqué que les grains du sable de Strasbourg ont tout au plus la moitié du diamètre de ceux du sable de Rixheim. Cette différence de grosseur pourrait peut-être rendre raison de celle de la composition, et autoriser la supposition que les substances métalliques dont il est question, se trouvant en parcelles plus fines, ont été entraînées plus loin sans se déposer dans le haut de la vallée de l'Alsace.

On pourrait peut-être aussi prétendre que ces expériences, soit celles de M. Daubrée, soit les miennes, n'ont pas été faites sur une assez grande échelle pour en tirer une conclusion absolue, et qu'il n'est pas impossible que les deux substances dont il est question n'aient pas été partout également réparties dans le sable diluvien. Des essais sur du sable pris dans des localités nombreuses et écartées pourront seuls résoudre définitivement la question.

5° Je ne conteste pas cet argument, mais je prétends en tirer une autre conclusion que celle de la différence d'âge ; la description qui me reste à faire de plusieurs gravières et les développements qui en découleront m'en fourniront les moyens et constitueront la réponse que j'ai à faire ici.

Je commence donc par la gravière située près de Rixheim, au nord de la route impériale de Bar-le-Duc à Bâle et près de la quarante-septième borne kilométrique (fig. 9).

Cette gravière est composée de gravier rhénan homogène et normal, à l'exception de l'assise supérieure qui consiste en 60 à 90 centimètres d'argile sableuse colorée en brun, mêlée de galets dont le nombre augmente avec l'intensité de la couleur vers le bas pour former une couche de gravier d'un brun rouge foncé.

Cette couche ferrugineuse, rappelant le liseré d'une broderie, se fond avec l'argile sableuse au-dessus, mais tranche nettement et comme une dorure sur le gris clair habituel du gravier rhénan sous-jacent. Son épaisseur est variable ; elle est ici à peu près de 15 centimètres ; mais dans d'autres gravières, elle atteint jusqu'à 30 centimètres. Cette couche, avec une largeur à peu près constante vue dans la coupe, se développe sur une ligne très irrégulièrement ondulée ; les plus forts écarts que présentent ces ondulations ont une hauteur verticale de 50 à 60 centimètres. Nonobstant cette irrégularité qui est moins forte dans d'autres gravières, la couche ferrugineuse prise dans l'ensemble reste parallèle à la surface du sol ; c'est là son caractère général.

Quand on examine de près cette couche ferrugineuse, on trouve

que les galets dont elle est composée ne se distinguent pas par leur nature de ceux que renferme le gravier rhénan placé au-dessous. Toutes les roches propres au gravier rhénan et dans leurs proportions habituelles se retrouvent dans cette couche ferrugineuse, et entre autres les roches caractéristiques de la forêt Noire, si rares dans le gravier du Sundgau, comme, par exemple, les porphyres rouges quartzifères, les granites colorés; mais ces galets se distinguent de ceux de l'assise sous-jacente de gravier rhénan, non-seulement par la couleur ferrugineuse, mais par une altération beaucoup plus avancée, complétement identique avec celle que présente le gravier du Sundgau et qui constitue son principal caractère distinctif. Ainsi les flysch polyédriques si caractéristiques abondent dans cette couche. Ces flysch ne manquent certainement pas dans le gravier rhénan sous-jacent; mais leur état sain empêche de les reconnaître et surtout de les distinguer des calcaires jurassiques.

Les galets de la couche dont il est question sont logés dans un sable ferrugineux, peu abondant, d'une couleur brun-rouge foncé, et qui, sauf la couleur, a toutes les apparences du sable qui enveloppe les galets rhénans. Voici une analyse de ce sable :

| | |
|---|---|
| Perte au feu. . . . . | 0,081 |
| Résidu siliceux . . . . . | 0,7205 |
| Carbonate de chaux. . . . . | 0,017 |
| Alumine . . . . . | 0,026 |
| Oxyde de fer . . . . . | 0,1235 |
| Chaux ? . . . . . | 0,0065 |
| Manque . . . . . | 0,0255 |
| | 1,0000 |

Dans une autre expérience sur ce même sable ferrugineux de la gravière de Habsheim, j'ai trouvé, pour teneur de carbonate de chaux, 0,012.

Les galets qui sont répandus dans l'assise argilo-sableuse se trouvent dans un état analogue à ceux de la couche ferrugineuse placée immédiatement au-dessous; seulement l'altération paraît diminuer vers le haut.

Dans une première visite des gravières de Rixheim, mes idées n'étaient pas arrêtées sur cette couche ferrugineuse dont j'hésitai à attribuer les principaux caractères à une transformation sur place; je n'ai pas songé alors à y rechercher les galets calcaires. Depuis, quand j'ai réfléchi à l'énergique action dissolvante exercée

dans le gravier du Sundgau sur de très gros galets de flysch, j'ai pensé que cette action devait aussi avoir affecté les calcaires purs qui ne manquent pas dans les dépôts de gravier rhénan, et il devenait dès lors fort intéressant de savoir ce qu'étaient devenus ces calcaires dans la couche ferrugineuse, et si réellement les dissolvants avaient agi assez fortement pour les faire disparaître, et expliquer ainsi leur absence ou du moins leur rareté dans le gravier du Sundgau.

Un nouvel et minutieux examen a confirmé cette idée, au moins en partie; cette fois, j'ai découvert dans la couche ferrugineuse un assez grand nombre de galets de calcaire jurassique, mais dont l'état de la surface démontrait qu'une grande partie de leur masse avait été dissoute et enlevée. Ces galets si bien arrondis, si lisses dans leur état normal, ont maintenant une surface rugueuse, ravinée de toutes sortes de manières; tantôt ce sont des rainures, tantôt des reliefs qui la recouvrent, suivant l'arrangement intérieur du calcaire, composé de parties inégalement solubles. Un de mes échantillons porte sur les deux côtés des tiges et articles d'encrines silicifiés, respectés par les agents dissolvants qui font ainsi saillie de plusieurs millimètres; d'autres, d'une roche très compacte et ne laissant apercevoir à l'intérieur aucune trace organique, se montrent lumachelliques à la surface où la corrosion a si bien contourné les formes des fossiles qu'on peut reconnaître les espèces (1).

Ces galets n'ont pas été modifiés seulement à leur surface; mais l'inégalité de l'action dissolvante sur leurs différentes parties les a déformés, le plus souvent aplatis, quelquefois bombés d'un côté et creusés de l'autre.

Ils se distinguent assez facilement des autres galets par la couleur de leur surface qui est d'un blanc mat. Quand on les détache, le lit qu'ils occupaient reste enduit d'une couche de calcaire blanc pulvérulent, de 1 à 2 millimètres d'épaisseur. Cette couche reste aussi attachée à la surface des galets quand ils n'ont pas été exposés à la pluie; elle est alors d'une faible épaisseur, et se dissout complétement et avec une forte effervescence dans l'acide chlorhydrique.

---

(1) Cette corrosion des surfaces des roches calcaires, en laissant en relief les fossiles qui y sont empâtés, est du reste un fait très répandu dans la nature: un assez grand nombre de pétrifications se rencontrent presque toujours dans cet état.

La roche dont ces galets sont composés est le calcaire jurassique des monts Jura, ordinairement compacte, quelquefois cristallin, coloré en gris clair, passant au gris jaunâtre et au gris de cendre; dans l'intérieur des galets, la roche n'a pas subi la moindre altération (1).

La couche ferrugineuse renferme, outre les flysch, d'autres galets d'un calcaire siliceux, mais dont l'altération se présente sous une autre forme que celle de ces derniers. Cette altération a toujours pour résultat un résidu pulvérulent, offrant très peu de cohésion et ne faisant point effervescence avec les acides; mais elle existe à différents degrés : tantôt les galets sont seulement recouverts d'un enduit de ce résidu, tantôt ils y sont entièrement transformés.

Je n'ai pas de mesure exacte de l'épaisseur à laquelle l'action dissolvante a pu se faire sentir sur les galets calcaires; mais si l'on raisonne d'après ce qui s'est passé pour les flysch et d'autres roches de composition analogue, il n'y a rien d'extraordinaire à concevoir que dans les circonstances les plus favorables à la dissolution, comme cela a dû être le cas dans le Sundgau, des galets calcaires de plusieurs centimètres de diamètre aient pu entièrement disparaître. Ce que je dis ici des galets s'applique à bien plus forte raison à la partie calcaire du sable.

Les conglomérats très solides, les stalactites, formés au bas des dépôts du gravier rhénan, et qui ont été signalés il y a longtemps par M. Pierre Mérian (2), et plus récemment par MM. Daubrée (3) et Gras (4), ne sont autre chose que l'effet de la précipitation du carbonate de chaux dissous dans les parties supérieures et surtout dans la couche ferrugineuse. Ces effets s'observent d'une manière encore plus directe dans les gravières de Rixheim. J'ai déjà

---

(1) Dans un passage d'une de mes précédentes publications (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XIII, p. 761) où je discutais une opinion de M. Daubrée, j'ai parlé des modifications probables que des galets jurassiques éprouveraient par l'action de dissolvants naturels ou atmosphériques. L'effet qui s'est produit sur ses galets du gravier rhénan est exactement celui que j'avais indiqué comme devant arriver; il y a eu ablation successive des galets, mais point de ramollissement.

(2) *Uebersicht der Beschaffenheit der Gebirgsbildungen in den Umgebungen von Basel*, 1821, p. 132.

(3) *Bulletin de la Société géologique*, 2e sér., t. VII, p. 436, 1850.

(4) *Ibid.*, t. XV, p. 170, 1857.

parlé de l'enduit blanc pulvérulent de carbonate de chaux dont sont couverts les calcaires ; mais on voit en outre, immédiatement au-dessous de la couche ferrugineuse, ce même calcaire blanc, pulvérulent, apparaître, se rendre en traînées vers le bas, y enduire et lier le gravier rhénan sur plusieurs mètres d'épaisseur, pour en former un conglomérat qui ici n'a pas beaucoup de consistance. Ces traînées, sorties à la base de la couche ferrugineuse et quand celle-ci fait saillie, se présentent aussi sous forme columnaire analogue à celle des stalactites, mais sans la cohésion et la demi-transparence de ces dernières.

Ces incrustations, dues évidemment au calcaire dissous dans la couche ferrugineuse, ne sont pas seulement superficielles ; elles paraissent aussi s'étendre horizontalement dans l'intérieur du gravier. Je n'ai pu le constater que jusqu'à une distance de 50 centimètres. On doit croire qu'elles sont dues à une précipitation prompte et confuse du carbonate de chaux, et n'offrent pas la même consistance que celles qui soudent les conglomérats signalés au bas des dépôts de gravier rhénan.

Cette couche ferrugineuse que je viens de décrire avec un certain détail existe non-seulement dans les deux gravières de Rixheim au nord et au sud de la route impériale près de la quarante-septième borne kilométrique, mais d'une manière identique dans toutes les gravières situées le long de la route de Battenheim à Bartenheim ; la coupe de la colline de Bartenheim la montre dans le chemin creux ; elle s'observe encore dans la fouille entre Hesingen et Hegenheim, dans la gravière de Seppois-le-Bas ; enfin dans une très grande gravière entre Mullheim et Auggen (grand-duché de Bade), à côté et à l'est de la route de Bâle à Fribourg où la couche atteint 70 centimètres.

Cette couche ferrugineuse n'existe que là où le gravier rhénan, plus ou moins mêlé de sable argileux, atteint la surface du sol. Quand c'est du lehm alpin qui forme l'assise supérieure, c'est le lehm brun qui remplace la couche ferrugineuse. Cette dernière a donc la même origine que le lehm brun ; elle est au gravier rhénan ce que le lehm brun est au lehm alpin. Les deux couches parallèles à la surface du sol, dont elles ne s'écartent que peu, sont dues à l'infiltration des eaux atmosphériques qui enlèvent aux couches les plus exposées à leur action le carbonate de chaux, et rendent libre l'oxyde de fer qui se peroxyde.

Mais outre le lehm brun, on trouve dans les dépôts de lehm alpin des intercalations, des alternances de lehm jaune qui n'ont

aucune station déterminée et affectent le plus souvent la forme lenticulaire. Nous retrouvons le même fait dans les dépôts composés purement de gravier, et la grande gravière de Seppois-le-Bas nous servira d'exemple (voy. fig. 10).

Le gravier présente ici un escarpement vertical de 13 à 14 mètres; l'assise supérieure, d'une épaisseur de 80 à 90 centimètres, est composée de sable argileux avec galets, et passe à sa base à la couche de galets ferrugineux, absolument comme dans la gravière de Rixheim. Cette couche ferrugineuse, qui a ici une épaisseur de 20 centimètres, contourne tout le haut de l'escarpement, et y forme une bordure parallèle à la surface du sol avec des ondulations. Les galets qui la composent sont dans un état d'altération très avancé; on y trouve les flysch décomposés et polyédriques, les calcaires jurassiques à pellicule blanche, pulvérulente et à surface rongée, le tout encore exactement comme à Rixheim.

Le gravier qui compose le reste de l'escarpement ne se distingue presque pas de celui qu'on voit à Bâle et dans la plaine du Rhin; sa couleur est d'un gris un peu jaunâtre; il est divisé dans sa hauteur, ainsi que l'indique la figure 10, par plusieurs bandes lenticulaires colorées en jaune, alternant avec le gravier gris et y étant assez irrégulièrement réparti. Ces bandes généralement tranchent bien avec le gravier gris; cependant leur coloration n'est pas uniforme et devient quelquefois très claire. Leur épaisseur n'a rien de régulier; elle s'atténue quelquefois jusqu'à un petit nombre de centimètres, mais est ordinairement de 40 à 50 centimètres. J'ai évalué la superficie de ces bandes jaunes à un quart de celle totale des parois de la gravière. Le sable qui fait partie du gravier gris s'isole aussi quelquefois et présente des accumulations lenticulaires dans l'intérieur du gravier. Une de ces lentilles avait au milieu une épaisseur de 60 centimètres et une longueur de 4 mètres.

Les traînées de calcaire blanc, pulvérulent, coulées depuis le haut, ne manquent pas ici. Ce calcaire tache les doigts, mais possède un peu de cohérence.

Au bas de l'escarpement, le gravier, sur plusieurs mètres d'épaisseur, est soudé par une pâte calcaire et forme un conglomérat très solide, absolument comme à Bartenheim, comme à Bâle, comme à Binningen. Le gravier gris renferme, avec autant d'abondance que les dépôts de la plaine, des calcaires jurassiques à l'état normal, à surface lisse et nullement attaquée par les eaux acides; on y trouve des roches porphyriques rouges de la

forêt Noire. Les flysch y sont abondants, mais altérés à un bien moindre degré que dans la couche ferrugineuse ou dans une grande partie des gravières du Sundgau ; ce n'est qu'en les brisant avec le marteau qu'on découvre leur disposition, souvent à peine indiquée par un ou deux plans, à la division polyédrique (1).

Le sable qui fait partie du gravier gris est, comme je l'ai déjà fait remarquer, d'une nuance un peu plus jaune que celui du gravier de la plaine. J'ai dosé le carbonate de chaux du sable de ces deux provenances et j'ai obtenu le résultat qui suit :

| | |
|---|---|
| Sable de la gravière de Seppois-le-Bas. . . . . | 24,15 °/. |
| — — de Rixheim. . . . . | 15,85 °/. |

On voit par là combien est précaire le caractère différentiel basé sur l'absence du calcaire dans le gravier du Sundgau. Non-seulement le sable essentiellement sundgowien de Seppois-le-Bas n'est pas privé de calcaire, mais il en contient plus que celui de la plaine.

Enfin on rencontre, distribués en plusieurs endroits de la gravière, des groupes de rognons, à couches concentriques, d'hydroxyde de fer d'un brun très foncé, presque noir, et qui ont 10 à

---

(1) Je saisis l'occasion pour dire ici quelques mots sur ces galets de flysch. M. Daubrée (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. V, p. 169) a été le premier à les signaler et à indiquer leurs caractères. Depuis lors, m'étant moi-même occupé de cette question et ayant rencontré de ces galets conservés sans altération à l'intérieur, j'ai cru pouvoir les attribuer au flysch de la Suisse, avec lesquels ils avaient par leurs caractères minéralogiques les plus grands rapports (voy. *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XIII, p. 762). J'ai été assez heureux pour voir ma supposition confirmée dans la gravière de Seppois-le-Bas où j'ai mis la main sur un pareil galet de 8 centimètres de diamètre, justement assez avancé en décomposition pour montrer clairement la structure polyédrique, et pas assez pour vaincre la cohésion de la roche et se diviser en fragments. J'y ai trouvé le *Fucoides Targioni*, Brong., avec abondance, et ne laissant aucun doute sur son identité. On sait que cette espèce, avec quelques autres moins fréquentes, caractérise le flysch, et ne se trouve à peu près que dans cette formation. Le flysch, quand il est altéré à un haut degré, se sépare en parallélipèdes qui ont le plus souvent quatre faces d'un clivage beaucoup plus facile que les autres. Eh bien ! les plans dans lesquels se présentent les fucoïdes coïncident à peu près avec les faces du clivage difficile, et ces plans qu'on suppose être parallèles à ceux de stratification sont donc perpendiculaires aux quatre faces du clivage facile.

20 centimètres de diamètre. L'intérieur en est homogène et ne contient pas de sable (1).

Cette gravière de Seppois-le-Bas, dont le grand développement des parois verticales ne laisse échapper aucun détail de sa constitution, offre donc une grande analogie avec les dépôts de gravier

---

(1) Voici une analyse sommaire de ces rognons :

| | |
|---|---|
| Eau et oxygène, et peut-être une très petite quantité d'acide carbonique. . . . . | 11,97 |
| Carbonate de chaux. . . . . | 5,78 |
| Résidu très siliceux. . . . . | 14,06 |
| Sesquioxyde de fer . . . . . | 55,92 |
| Oxyde de manganèse . . . . . | 6,67 |
| Magnésie, alcalis, etc. (par différence). . . . | 5,60 |
| | 100,00 |

Le diluvium alpin contenant toujours de l'oxyde de fer et de l'oxyde de manganèse, et les rognons étant formés sur place, comme M. Daubrée l'a fait voir depuis longtemps (*Bulletin de la Société géologique*, 2e *série*, t. V, p. 166), il est évident que ces oxydes ont été puisés dans le diluvium même : qu'ils ont été dissous et entraînés à l'état de carbonate, grâce à l'action réductrice des végétaux en décomposition de la surface du sol, pour se concentrer et se reconstituer en peroxydes ailleurs; qu'enfin les choses se sont passées comme pour le minerai de fer des marais (voy. le travail de M. Daubrée dans les *Annales des mines*, 2e série, t. X, 1846).

On ne peut assigner une autre origine à la silice (qui n'est pas du sable et est combinée aux oxydes métalliques) qui en proportion aussi notable entre dans la composition de ces rognons, et cette circonstance vient s'ajouter à des faits analogues signalés depuis longtemps par M. Ebelmen, par M. Bischoff et d'autres encore, et en dernier lieu par M. Dietrich (*Journal für practische Chemie*, t. LXXIV, cahier 3) dont les expériences ont prouvé que non-seulement l'eau chargée d'acide carbonique ou de carbonate d'ammoniaque, mais l'eau distillée, par une action prolongée, dissolvait, outre les alcalis et les terres alcalines, la silice, l'alumine, l'oxyde de fer.

Cette action de l'eau distillée sur le carbonate de chaux, je l'ai constatée, comme on l'a vu, pour le lehm et le calcaire en général, et comme il est bien établi que toutes les eaux de pluie contiennent de l'acide carbonique libre, du carbonate d'ammoniaque et même quelquefois de l'azotate d'ammoniaque, il n'y a pas lieu de s'étonner des effets que les eaux atmosphériques, renforcées en acide carbonique par la décomposition des végétaux à la surface du sol, ont produits, par une action prolongée pendant des milliers d'années, sur les dépôts plus ou moins perméables du diluvium.

rhénan de la plaine dont elle reproduit la couche ferrugineuse peu au-dessous et parallèle au sol avec calcaires rongés et flysch polyédrique ; la teinte grise ; les galets de calcaire à l'état normal ; des flysch avec une altération faible ; des roches porphyriques de la forêt Noire ; les lentilles de sable fin fortement calcaire ; les traînées de carbonate de chaux reconstitué ; les conglomérats fortement soudés par eux, les bandes jaunes avec plus de dévloppements et enfin les galets de nature identique dans l'ensemble.

Elle offre une autre analogie avec les dépôts de lehm alpin dont le lehm brun s'identifie avec la couche ferrugineuse, le lehm jaune avec les bandes jaunes, le lehm gris avec le gravier gris.

J'ai déjà dit quelques mots des bandes colorées en jaune intercalées dans le gravier, soit rhénan, soit du Sundgau. Si j'ai particulièrement insisté sur ce fait, à l'occasion de la coupe de Seppois-le-Bas, c'est qu'ici le grand développement des surfaces permettait de mieux l'étudier et de mieux le caractériser, mais en observant avec un peu d'attention, on le retrouvera dans presque toutes les gravières du Sundgau.

Il résulte des détails dans lesquels je viens d'entrer que le gravier de Seppois-le-Bas forme passage entre le gravier du Sundgau et celui rhénan, qu'il est même beaucoup plus rapproché du dernier que du premier et qu'ainsi il ne peut plus être question de la séparation de ces deux graviers. La seule différence qui subsiste, à côté de tant de caractères identiques, est une légère altération de plus dans les galets. Mais, si on considère l'ensemble des dépôts de gravier en faisant abstraction de la couche ferrugineuse parallèle à la surface, où l'altération est très constante, il y a une grande inégalité dans ce caractère même dans l'intérieur de la région du Sundgau et en dehors de la gravière de Seppois-le-Bas. Nous en trouvons un exemple dans la carrière de marne près d'Altkirch, dont M. Gras a donné la coupe sous la figure 4. La couche qu'ici l'auteur a assimilée au gravier du Sundgau a un mètre d'épaisseur et consiste en argile sableuse dans laquelle les galets assez rares ne sont guère plus altérés que dans la plaine. J'ai déjà signalé le même fait pour la coupe de Bartenheim. Dans ces deux localités j'assimile les couches dont il est ici question à mes bandes jaunes alternantes.

On voit que dans ces exemples il y a forte coloration et faible altération des galets ; mais on rencontre aussi l'inverse, c'est-à-dire une faible coloration et une forte altération des galets ; il en est ainsi dans une fouille située au point culminant du chemin de Hirtzbach à Altkirch, dans les gravières de Niedermuespach,

Feldbach, etc. Ces circonstances doivent s'expliquer d'une part par la teneur originaire des dépôts de gravier en oxyde de fer, de l'autre par le degré d'énergie des agents dissolvants. Si cette teneur est grande et l'action dissolvante faible, une forte coloration apparaîtra à côté d'une altération faible des galets ; si le contraire a lieu, la coloration sera faible et l'altération forte.

Si dans le cours de ce travail j'ai réussi à éclaircir quelques-unes des circonstances sous l'empire desquelles le diluvium est devenu tel qu'il nous apparaît aujourd'hui, je pense avoir acquis le droit à l'*indulgence* pour les questions que j'ai encore à traiter, et pour la *solution* desquelles je ne pourrai empêcher d'envahir le domaine des hypothèses.

Après avoir lu ce qui précède on se demandera quelle est la cause de la différence dans l'état et dans la position du *lehm brun* et de la *couche ferrugineuse* des gravières d'une part, et du *lehm jaune* et des *bandes jaunes* des gravières de l'autre; tandis que d'après mes explications ces deux catégories de variations diluviales sont dues à la même cause, c'est-à-dire à l'action dissolvante des eaux atmosphériques ?

On se demandera encore pourquoi l'altération des galets existe au même degré dans toute l'étendue d'une même gravière, et les bandes jaunes seulement dans une partie de cette étendue ; tandis que, d'après mon système, coloration ferrugineuse et dissolution du calcaire seraient des effets nécessairement simultanés dus à la même cause ?

On se demandera enfin pourquoi dans le Sundgau le gravier a une altitude bien supérieure à celle de son entrée dans la vallée de l'Alsace, tandis que le contraire aurait dû avoir lieu et le point culminant du cône de transport se trouver dans les environs de Bâle et non dans l'intérieur du Sundgau?

Je répondrai à la fois aux deux premières questions qui ne peuvent facilement se scinder : On a pu voir que, soit pour le lehm alpin, soit pour le gravier rhénan, la transformation due à l'action des eaux météoriques existe à un degré beaucoup plus avancé dans cette assise supérieure, que nous avons appelée lehm brun dans le premier cas et couche ferrugineuse dans le deuxième, qu'elle ne l'est dans les assises placées au-dessous. Cette différence doit être attribuée à l'absorption plus ou moins complète, dans l'assise supérieure des agents dissolvants contenus dans les eaux atmosphériques.

Cette assise supérieure n'existe pas partout, soit dans le lehm

soit dans le gravier, circonstance due sans doute à la différence de perméabilité des matériaux dans les différents dépôts. Les fortes ondulations que j'ai signalées dans la couche ferrugineuse des gravières sont là pour constater cette différence; car on comprend que pour peu que la perméabilité eût été plus grande, aux endroits qui répondent aux plus grands écarts de ces ondulations, l'assise ferrugineuse n'aurait plus eu de raison d'être ou du moins aurait été interrompue.

La couche ferrugineuse pour se former a subi un changement de composition; elle est devenue argileuse et plastique et a opposé dans cet état plus d'obstacles au passage de l'eau qui a été forcée à y stationner et à s'y épuiser des acides qui concourent principalement à la transformation. Les eaux qui découlent de ces assises n'auront donc plus pu produire dans les matériaux sous-jacents qu'une altération comparativement faible; c'est là le cas, parmi les gravières observées, de toutes celles de la plaine du Rhin et d'une seule du Sundgau. Dans l'autre cas, c'est-à-dire celui de l'absence d'assise supérieure ferrugineuse, les eaux filtrant du haut auront conservé toute leur énergie initiale, et leur action se sera répandue d'une manière uniforme sur toute l'épaisseur des dépôts; c'est ce qui est arrivé dans la plupart des gravières du Sundgau.

Si nous appliquons ces raisonnements spécialement au lehm alpin, transformé en lehm brun, cette substance argileuse si fine et si compacte, on comprendra mieux l'obstacle opposé aux eaux atmosphériques qui a pu être tel à ne rien laisser suinter au-dessous du lehm brun, ou bien que des quantités minimes d'eaux chargées de carbonate de chaux, mais sans air ni acide carbonique libre. Quelquefois le lehm brun dans les dépôts de lehm alpin paraît ne pas être représenté; d'autres fois il est seulement peu développé; dans ces cas on peut supposer que les eaux filtrantes, outre leurs effets ordinaires, c'est-à-dire la production de concrétions, donnent au lehm alpin cette teinte faiblement jaunâtre qui tient, à différents degrés, le milieu entre le lehm jaune et le lehm gris, et que j'ai observé en plusieurs endroits, entre autres dans le chemin qui conduit au Bruderholtz. Du reste on comprend que ces colorations légères sont difficiles à distinguer de celles dues au lehm jaune.

Nous avons dit que l'altération du diluvium était accompagnée généralement d'une coloration jaune; mais on comprend que, là où les eaux filtrantes ont été dépouillées d'air dans les couches

ferrugineuses et argileuses supérieures, la coloration ne puisse plus se produire; c'est ce qui a eu lieu dans les gravières de la plaine du Rhin et dans beaucoup de dépôts de lehm.

Il me reste maintenant à préciser les circonstances qui ont présidé à la transformation que nous présentent le lehm jaune et les bandes jaunes du gravier.

J'ai beaucoup réfléchi sur cette question et n'en ai cependant pas trouvé de solution entièrement satisfaisante. Parmi les hypothèses qui se sont présentées à mon esprit, c'est la suivante qui m'a paru le mieux expliquer les faits.

J'ai fait remarquer déjà que le diluvium de la vallée du Rhin était inégalement perméable à l'eau; partant de ce fait, nous pouvons admettre que cette inégalité n'existe pas seulement d'une localité à une autre, mais même dans l'ensemble du même dépôt, et que les parties plus meubles, plus perméables, y ont pris les formes de ces bandes et lentilles que nous voyons aujourd'hui se distinguer par leur coloration jaune. Des eaux chargées d'air et faiblement acides, en très petite quantité, ont pénétré dans le diluvium à des points assez éloignés de ceux où nous voyons aujourd'hui leurs effets de décomposition; elles ont agi comme dans les assises ferrugineuses supérieures en dissolvant le carbonate de chaux, et en rendant libre la plus grande partie de l'oxyde de fer passé ensuite à l'état de sesquioxyde. Si ici la couleur jaune, propre à l'hydroxyde de fer, n'est plus salie par les déjections végétales, c'est que les eaux procédant de loin se sont introduites par de faibles orifices et n'ont eu qu'un contact insignifiant avec la végétation de la surface du sol. Pour accomplir le phénomène dont il est question il ne faut pas se représenter des sources coulant avec une certaine abondance; il suffit d'une très faible quantité d'eau, mouillant à peine le terrain et se propageant de proche en proche, influencée peut-être par l'attraction capillaire. Cela est si vrai que, par exemple, dans les bandes jaunes de la gravière de Seppois-le Bas, j'ai vu les galets mouchetés en forme de gouttelettes desséchées, sur une partie de leur surface seulement, par le résidu ocreux qui colore ces bandes. Cette circonstance, dont l'observation a été très nette, a été décisive pour moi; elle exclut dans tous les cas l'idée d'une coloration préxistante avant le dépôt. La composition chimique du lehm jaune répond à une action beaucoup plus faible que celle qui a eu lieu dans les couches ferrugineuses supérieures; une quantité notable 6,67 p. 100 de carbonate de chaux y est restée et les proportions de silice, d'oxyde

de fer, d'alumine y ont augmenté sensiblement en raison de l'élimination du calcaire (1).

Cette explication rend raison de tous les faits observés : non-altération du lehm gris au-dessus ou au-dessous du lehm jaune, disparition dans la plupart des cas des coquilles dans ce dernier; altération beaucoup moindre des galets dans les bandes jaunes où la végétation n'est pas venue fournir aux eaux son grand contingent d'acide carbonique; irrégularité des relations de position de ces parties colorées en jaune dans l'ensemble des dépôts et qui ne s'explique qu'avec une formation sur place; analogie de ce phénomène de coloration avec celui des couches ferrugineuses supérieures et dont la cause est bien établie.

Du reste, on le comprend, une foule de circonstances locales qu'il ne nous est pas donné d'apprécier, ont fait varier dans certaines limites l'intensité des effets dont j'ai cherché ici à indiquer les causes.

J'arrive maintenant à la troisième question :

D'après le système de M. Gras, que j'approuve fort quand il est judicieusement appliqué, l'altitude maximum du gravier rhénan devrait se trouver immédiatement au delà de l'embouchure par laquelle il s'est répandu dans la vallée plus basse et plus ouverte du Rhin. Le point culminant du cône de transport devrait donc se trouver aux environs de Bâle; mais il n'en est pas ainsi.

Le pays de collines limité à l'E.-N.-E. par la plaine du Rhin entre Mulhouse et Bâle, à l'O.-N.-O. par le canal du Rhône au Rhin, au S.-O. par la vallée de la Largue et au S. par les monts

---

(1) En retranchant les 25,5 pour 100 de carbonate de chaux perdus par le lehm jaune de Bartenheim sur l'analyse du lehm gris de la même localité, et en distribuant cette perte proportionnellement, de manière à obtenir de nouveau une analyse centésimale, on arrive au résultat comparatif suivant :

| | Lehm gris de Bartenheim, modifié par le calcul. | Lehm jaune de Bartenheim. |
|---|---|---|
| Eau. . . . . | 4,60 | 4,30 |
| Résidu très siliceux. . . . | 79,54 | 81,70 |
| Carbonate de chaux . . . | 6,70 | 6,70 |
| Alumine. . . . . | 1,55 | 2,50 |
| Oxyde de fer . . . . . | 5,59 | 5,05 |
| Manque. . . . . | 2,00 | » |
| | 99,98 | 100,25 |

Jura, est divisé en deux zones par la route impériale de Bâle à Dannemarie.

La zone du N. est formée de calcaire et de grès d'eau douce, le premier dominant, recouvert directement de lehm et seulement sur une faible étendue dans le S.-E. de gravier rhénan et de lehm. L'altitude moyenne des hauteurs et plateaux de cette zone est, d'après les cotes de la carte du Dépôt de la guerre, de 78 mètres au-dessus du Rhin à Bâle. La zone méridionale est constituée par du tertiaire marin (*tongrien*) recouvert par le gravier dit du Sundgau, supportant lui-même quelquefois le lehm alpin. L'altitude moyenne de cette zone au-dessus du Rhin à Bâle est de 160 mètres.

Notre région à collines s'abaisse donc par degrés du S. vers le N., ou plutôt vers N.-E., et, ce qui montre encore mieux cette allure, c'est que la moyenne des cotes longeant le pied des monts Jura donne une altitude de 171 mètres, et celle des cotes du bord N.-E. 34 mètres seulement au-dessus, du Rhin à Bâle.

Je trouve dans l'ouvrage déjà cité de M. Pierre Mérian (1), que le gravier rhénan dans les environs de Bâle, point culminant du cône, s'élève à 65 mètres au-dessus du Rhin. Cette altitude se réduit à 30 mètres à Bartenheim, situé à 12 kilomètres de Bâle, tandis qu'à la même distance à peu près elle est de 289 mètres à Bettlach, placé dans la zone méridionale à 2 kilomètres des monts Jura; enfin à Seppois-le-Haut dans la zone méridionale, et à 32 kilomètres de Bâle, le gravier atteint 174 mètres, toujours au-dessus du Rhin à Bâle.

On comprend sans peine que le niveau supérieur du gravier rhénan se soit abaissé, comparativement à son point d'émergence, comme cela a eu lieu entre Bâle et Bartenheim; mais on comprend moins, et même pas du tout, comment le courant diluvien, pour parcourir une longue distance, a pu s'élever au lieu de s'abaisser. Et remarquons que l'altitude indiquée pour le gravier de Seppois-le-Haut n'est que celle du niveau et qu'évidemment le courant qui a charrié d'assez gros galets a dû avoir une pente assez forte. Si nous admettions par exemple celle du lit du Rhin actuel, entre Bâle et le Kaiserstuhl, nous aurions à ajouter 32 mètres à la cote de Seppois-le-Haut qui deviendra alors de 206 mètres.

Si, comme je viens de l'établir, le diluvium du Sundgau s'abaisse en plan incliné à mesure qu'il s'éloigne des monts Jura,

(1) *Uebersicht der Beschaffenheit der Gebirgsbildungen in den Umgebungen von Basel*, 1821, p. 134.

à quoi pourrait-on attribuer son altitude anormale sinon à une pression, à un soulèvement de ces dernières montagnes, et quelle autre solution trouver à ce problème? Sans doute cette proposition pourra paraître quelque peu étrange, puisque à ma connaissance on n'a pas encore signalé une dislocation des monts Jura arrivée après le dépôt du diluvium; il y a cependant quelques arguments à faire valoir en sa faveur.

1° La cote de Bettlach dépasse l'altitude moyenne de la zone méridionale de 129 mètres, et il semblerait plus naturel d'attribuer cette hauteur unique, dominant toutes les autres, à l'effet d'un exhaussement qu'à l'absence exceptionnelle de l'action dénudante qui a creusé les vallées.

2° Dans la localité de Sainte-Croix (canton de Vaud) on voit de la mollasse marine et du calcaire d'eau douce à 700 mètres environ au-dessus du lac de Neuchâtel; on préférera sans doute considérer ces formations comme soulevées que d'ajouter 700 mètres à la profondeur du lac de Neuchâtel. Mais si ce soulèvement avait continué jusque dans l'époque diluvienne, on expliquerait plus facilement les dépôts de blocs et galets alpins gisant à des hauteurs considérables sur les flancs et quelquefois dans les vallés du Jura, comme ceux du col de la route de Neuchâtel à Vallengin qui sont à 300 mètres, et ceux de la gorge du Collaz près Sainte-Croix qui sont à 600 mètres au-dessus du lac de Neuchâtel.

Cette hypothèse ne doit nullement contrarier celle de l'ancienne extension des glaciers; elle doit au contraire l'aider à vivre, et sous ce rapport mon excellent ami M. de Charpentier aurait sans doute été charmé de l'adopter et d'être dispensé de faire osciller la cime des Alpes pour obtenir la pente nécessaire aux glaciers.

*Conclusions.*

Ce que j'ai dit dans le cours de mon travail, du diluvium des monts Jura et des Vosges, doit suffire pour leur intelligence; en résumant il n'en sera donc plus question que pour leur assigner la place qui leur appartient dans la série des formations diluviennes.

1° Le diluvium alpin de la vallée du Rhin est constitué par deux terrains distincts, le gravier et le lehm, la première antérieure, la seconde postérieure.

2° Ces dépôts ont des caractères identiques, qu'ils gisent sur les

collines ou dans la plaine. Le lehm a la même couleur, la même cohérence, les mêmes fossiles, la même composition chimique. Le gravier a les mêmes caractères physiques ; ses éléments sont arrondis au même degré, et présentent dans la même proportion les galets et le sable ; il est composé des mêmes roches, sauf les variations dues à l'insuffisance du mélange ; son sable a la même composition chimique.

3° Mais ces dépôts ont été modifiés, sur la place qu'ils occupent aujourd'hui, par les eaux atmosphériques chargées d'acide carbonique. L'énergie de cette action n'a pas été partout la même ; elle a eu lieu à différents degrés d'intensité et sous différentes conditions, mais de telle sorte qu'entre les gîtes les plus altérés et ceux qui le sont moins il y a des passages qui les relient tous et qui obligent impérieusement de les réunir chacun à l'un des deux terrains qui constituent ensemble le diluvium alpin.

4° Ces modifications consistent pour le lehm *a* dans la formation d'une assise brune (*lehm brun*) parallèle à la surface du sol, due à l'action énergique des eaux météoriques mises en contact avec les végétaux en décomposition ; d'où le calcaire a presque entièrement disparu ainsi que les coquilles ; et dont la coloration est celle de l'hydroxyde de fer salie par des résidus végétaux ; *b*. dans la formation de bandes souvent lenticulaires (*lehm jaune*) ayant une position tantôt inclinée, tantôt horizontale, alternant quelquefois à plusieurs reprises avec le lehm gris normal, colorées en jaune d'ocre pur, d'où le calcaire a disparu, mais seulement en partie, ainsi que les petites coquilles caractéristiques.

5° Le gravier a subi les mêmes transformations dues aux mêmes causes, mais dans des conditions pas toujours aussi nettes : ici le lehm brun est représenté par l'assise supérieure ferrugineuse également parallèle à la surface du sol, le lehm jaune par les bandes jaunes alternantes. Mais outre la disparition du calcaire et l'apparition de l'hydroxyde de fer, il y a eu dans les galets une altération qui n'est pas toujours proportionnelle à leur degré de coloration ferrugineuse et dont l'intensité est à son maximum dans l'assise supérieure ferrugineuse. Dans cette assise, non-seulement les matériaux fins du calcaire sont à peu près entièrement éliminés, mais les plus gros sont rongés et ravinés et en grande partie dissous ; les flysch se montrent clivés en fragments parallélipipèdes et polyédriques ; d'autres silicates de chaux sont devenus pulvérulents à une profondeur de plusieurs centimètres ; les roches feldspathiques, surtout celles des Alpes, sont désagrégées et réduites à l'état de sable, et même, quoique rarement, du quartz grossière-

ment grenu est attaqué. L'altération très constante ici l'est beaucoup moins dans les parties inférieures du gravier, où elle est généralement plus faible et où elle n'approche de l'intensité de celle de l'assise supérieure que quand cette dernière vient à manquer et n'épuise pas l'énergie des eaux atmosphériques.

6° Le carbonate de chaux, dissous dans les parties supérieures des dépôts, vient se concentrer dans les parties inférieures pour y former : dans le lehm, les canaux cylindroïdes et les concrétions calcaires en rognons ; dans le gravier, des traînées de calcaire pulvérulent et des conglomérats très solides.

7° Les eaux atmosphériques dissolvent, outre le carbonate de chaux, de petites quantités de silice, d'oxyde de manganèse et d'oxyde de fer, ces derniers probablement à l'état de carbonates. Ces substances, en se concentrant, donnent lieu à la formation de concrétions concentriques où l'hydroxyde de fer domine et qui sont quelquefois assez abondantes pour être exploitées comme minerai de fer.

8° Le gravier dit du Sundgau ne peut donc pas se séparer du gravier rhénan ; sa position anormale vis-à-vis du dernier doit avec vraisemblance être attribuée à un soulèvement du Jura.

9° Les époques du dépôt des deux terrains dont il s'agit ne doivent pas être séparées par un long intervalle, puisqu'on rencontre dans les deux, avec assez d'abondance, des molaires et des défenses d'*Elephas primigenius*.

10° Enfin l'ordre de succession des différents diluviums dans les environs de Bâle et le département du Haut-Rhin est le suivant en commençant par les plus anciens :

*a*. Gravier rhénan, gravier dit du Sundgau.
*b*. Gravier exclusivement jurassique.
*c*. Gravier et sable des Vosges.
*d*. Lehm alpin de la plaine et des collines.

---

## *Séance du* 21 *février* 1859.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. A. Laugel, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

Dalimier, préparateur d'histoire naturelle à l'École normale, rue d'Ulm, 45, à Paris ; présenté par MM. Delesse et Hébert.

L. Grandeau, rue d'Enfer, 23 ; présenté par MM. de Verneuil et Ch. Sainte-Claire Deville.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Albert Gaudry, *Alcide d'Orbigny, ses voyages et ses travaux* (extrait de la *Revue des deux mondes*, 15 févr. 1859), in-8, 35 p.

De la part de M. L. Grüner, *Description géologique et minéralogique du département de la Loire*, in-8, 779 p., 1 carte, avec atlas gr. in-folio. Paris, 1857; imprimerie Impériale.

De la part de M. le Dr Bertrand de Saint-Germain, *Protogée, ou de la formation et des révolutions du globe*, par Leibniz (traduction), in-8, LXIV-138 p. Paris, 1859; chez L. Langlois.

De la part de M. A.-P. de Barre, *Notions générales de paléontologie végétale* (trad. de l'allemand du Dr M. Seubert) (extr. de *la Belgique horticole*, t. VI, Liége, 1856), in-8, 23 p.

De la part de M. James Macadam, *On a new fossil Cirripede (from the Ann. and Mag. of nat. hist. for May* 1858), in-8, 5 p.

*Comptes rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences*, 1859, 1er semestre, t. XLVIII, nos 6 et 7.

*Bulletin de la Société de géographie*, 4e série, t. XVI, no 96, décembre 1858.

*L'Institut*, nos 1310 et 1311, 1859.

*Annales scientifiques, etc., de l'Auvergne*, t. XXXI, 1858.

*Mémoires de la Société d'agriculture, etc., du département de la Marne*, année 1858.

*Revista minera*, t. X, nos 209 et 210, février 1859.

M. Goubert présente à la Société *la Protogée* de Leibniz, traduite par M. le docteur Bertrand de Saint-Germain.

M. Albert Gaudry, en déposant sur le bureau de la Société le portrait d'Alcide d'Orbigny et une note qu'il vient de rédiger sur les travaux de ce savant naturaliste, s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de présenter à la Société une notice que je viens de publier sur les travaux scientifiques d'Alcide d'Orbigny. Cette notice a été insérée dans la *Revue des deux mondes;* par conséquent elle a été destinée à des lecteurs qui pour la plupart ne font point des sciences naturelles leur étude spéciale. J'ai dû parler non-seulement des recherches géologiques d'Alcide d'Orbigny, mais encore des résultats divers de ses grandes explorations dans l'Amérique méridionale. Lorsque j'ai rendu compte de ses travaux de paléontologie, je me suis efforcé de faire ressortir leurs résultats les plus frappants, leurs conséquences les plus philosophiques; mais j'ai dû m'abstenir d'entrer dans les détails que tous les lecteurs n'auraient pu saisir. Un membre de notre Société dont la voix a une grande autorité, notre Président lui-même, M. Hébert, s'est chargé de faire pour notre *Bulletin* une note sur Alcide d'Orbigny. Mon travail ne pourra faire double emploi avec le sien; il n'est qu'une ébauche, tandis que la note de M. Hébert sera une œuvre complète, digne de la Société géologique, digne du savant naturaliste dont nous déplorons la perte.

M. Gaudry lit une notice nécrologique sur M. Rozet.

M. Viquesnel lit la lettre suivante de M. Boué :

M. François de Hauer me prie de faire connaître à la Société géologique son entreprise de publication paléontologique autrichienne, *Beiträge zur Paleontographie von Oesterreich*, in-4 à 5 planches par livraison. Vienne et Olmütz. Prix : 12 fr. 50 c. La première livraison a paru cet automne; la seconde va paraître. La première renferme *trois mémoires*, savoir : *Premier mémoire : Sur les Crustacés fossiles des couches de Raibl en Carinthie*, par le docteur Aug. E. Reuss. On sait que dans ce lieu le trias se compose du système des couches arénacées, schisteuses, dites de Werfen, du muschelkalk, d'une dolomie à Ammonites globiformes et à grandes *Chemnitzia*, de couches marno-calcaires foncées à *Ammonites Aon*, *Halobia Lommeli*, poissons (*Lepidoptus sulcatus*, Heckel, etc.), écrevisses et plantes. Bronn ayant décrit les poissons et en partie les écrevisses (voy. *N. Jahrb.*

*f. Min.*, 1858), le docteur Reuss se contente d'ajouter à cette faune par la description d'un *Stenochelus triasicus* et par des détails ultérieurs sur le *Petrachela Raiblana* de Bronn ; il en donne les figures. Sur ce système de couches reposent des alternats marno-calcaires et schisteux avec beaucoup de fossiles, surtout acéphales. La plupart de ces derniers ne concordent guère avec ceux du trias supérieur ou des couches de Saint-Cassian (voy. le mémoire de M. Fr. de Hauer dans les *Comptes rendus de l'Acad. de Vienne*, 1857, vol. XXIV, p. 537).

*Deuxième mémoire*. M. Fr. de Hauer décrit et figure quelques *Céphalopodes des couches dites de Gosau*, savoir : le *Hamites cylindraceus*, Defrance, les *Scaphites multinodosus*, *æqualis*, Sowerby, et une espèce indéterminée, l'*Ammonites texanus*, Roemer, *Neubergicus*, *nova species*, voisine de l'*A. cinctus* de Mantell, *gosanicus*, *nova species*, forme ayant des rapports éloignés avec l'*A. varians* de Sharpe ; une espèce indéterminable, le *Nautilus Sowerbyanus*, d'Orbigny, et une espèce indéterminable.

*Troisième mémoire : Sur les brachiopodes des couches de Stromberg en Silésie autrichienne*, par Édouard Suess, faisant suite à ses mémoires sur les brachiopodes des couches de Kössen (lias) et sur ceux des couches de Hallstadt (*Mém. Acad. de Vienne*, vol. VII et IX). Ces assises calcaires offrent, outre bon nombre d'espèces particulières d'un côté, d'autres fossiles identiques avec ceux du coral-rag français ou du calcaire jurassique à polypiers suisse (Nérinées, Dicérates, *Cardium corallinum*, *Cardita squamicarina*, *Terebratula moravica*, etc.), et de l'autre des fossiles du calcaire à Scyphies de l'Argovie et de la Souabe (*Terebratula nucleata*, *Rhynchonella lacunosa*, *sparsicosta*, *strioplicata*). Ce dépôt présente moins de ressemblance avec le terrain à chailles. Il n'est pas possible d'y établir des coupes, quoiqu'il paraisse que les Nérinées soient plus fréquentes supérieurement, et les Ammonites et brachiopodes inférieurement.

Les brachiopodes de Stromberg comprennent deux familles, les *Térébratulides* et les *Rhynchonellides* ; 7 genres, *Terebratula* à 15 espèces ; *Terebratulina*, 2 esp. ; *Waldheimia*, 7 esp. ; *Megerlea*, 2 esp. ; *Hinnipharia*, 1 esp., et *Argiope*, 1 esp. Les *Rhynchonellides* n'offrent que 9 espèces de *Rhynchonella*, en tout 37 espèces. *Terebratula bisuffarcinata*, Schloth., *simplicissima*, Zeiczner, *Bilimeki*, n. sp., *formosa*, n. sp., *immanis*, Zeiczner, *Haidingeri*, n. sp., *moravica*, Glocker, *bieskidensis*, Zeiczner, *tichariensis*, n. sp., *mitis*, n. sp., *subconalis*, n. sp. Telles sont les espèces dé-

crites et figurées par Suess. Le reste du mémoire se trouvera dans la seconde livraison.

M. de Hauer a voulu livrer quelque chose d'analogue aux produits de la Société paléontographique en Angleterre, puisque l'Institut géologique a perdu la faculté de publier des mémoires à planches de fossiles et cartes. Cette dernière mesure administrative est très regrettable pour la science, parce que le *Jahrbuch* ou les quatre cahiers annuels de leurs *Annales* in-8 ne donnent qu'un maigre aperçu des travaux de l'année ou des séances de cette institution. M. Haidinger en gémit. Il ne peut pas non plus livrer les cartes déjà levées, sans frais considérables pour achat des cartes et pour leur coloriage à la main. Il paraîtrait que Perthes, à Gotha, en publiera quelques réductions. Lorsque le relevé sera achevé, il faudra pourtant des fonds pour la publication des cartes ; car sans cela les trente ans destinés à ce relevé auraient coûté sans rien rapporter pour la pratique. Il serait très essentiel de conserver, outre les fossiles, les roches des diverses localités examinées, afin qu'on puisse les exposer un jour au moins dans des tiroirs ; car sans cela un tel relevé est scientifiquement intéressant, mais ne présenterait pas tous les avantages pour les progrès futurs de l'industrie et de l'agriculture. Pour ces derniers buts, il nous faudrait des cartes à grandes échelles.

M. Suess a donné une *série de leçons gratuites* dans le local académique prêté à cet effet. C'est un usage qui a pris pied en Allemagne, à Berlin, Bonn, Munich, Elberfeld, etc. M. Grailich, physicien cristallographe, est un autre de ces professeurs du soir. Suess a émis des idées toutes nouvelles sur la superposition ou succession des couches tertiaires du bassin de Vienne. Il part de l'idée Boubée que les eaux s'étant retirées graduellement, les derniers dépôts ne doivent pas être sur les bords, mais bien dans le milieu des bassins. Il étaye cette idée de la comparaison des faunes des diverses couches et en divers lieux. Les bords du bassin sont occupés par des agglomérats, des calcaires de Leithagebirge, des sables calcaires fossilifères ; au-devant sont des couches à Cérithes, etc. Dans le milieu du bassin sont des argiles marneuses, bleues, dont les supérieures indiquent une eau simplement saumâtre par leurs Congéries, leurs Mélanopsides, leurs *Cardium*, etc. Dans les sables, on rencontre déjà des coquilles terrestres et d'eau douce. Suess voudrait séparer, comme dernier dépôt, les argiles bleues d'eau saumâtre de celles à coquilles marines, par exemple,

à Baden. On n'a encore percé nulle part ces argiles inférieures. Suess publie dans ce moment ses idées à ce sujet, en les adaptant au projet de creusement de puits artésiens très profonds.

M. Benoît présente une communication sur la mollasse dans le département de l'Ain :

## *Note sur la mollasse du département de l'Ain;* par M. Émile Benoît (Pl. VIII).

L'histoire de la mollasse et des autres membres de ce qu'on appelle *terrain tertiaire moyen* ou *miocène* est encore fort peu avancée aujourd'hui dans la France orientale; cependant, de même qu'en Suisse et en Savoie, ce sujet a déjà donné lieu à plusieurs controverses. Il y a, il est vrai, dans ces contrées, de nombreuses difficultés que la paléontologie ne peut résoudre à elle seule. Il faut absolument s'aider de la stratigraphie et des conditions successives de l'orographie pour classer ces terrains, ainsi que je vais essayer d'en donner un exemple, en décrivant quelques-uns des dépôts mollassiques du département de l'Ain.

L'un des plus curieux dépôts de mollasse dans l'Ain est celui qui se trouve au bas du val Romey, à Saint-Martin-de-Bavel. Il a été signalé dès 1835 par M. Millet (*Bull.*, 1re série, t. VI, p. 177), mais sans détail des couches fossilifères et sans indication de la position sur les terrains plus anciens. Alc. d'Orbigny cite Saint-Martin-de-Bavel parmi les localités de son falunien supérieur, ainsi que Romagneux qui est un village voisin dans le val Romey; de plus, ces deux points sont coloriés par la teinte de la *mollasse* sur la carte de la France de M. Élie de Beaumont. Ce n'est donc pas une découverte que j'annonce, mais simplement des détails stratigraphiques et paléontologiques, par lesquels il faut commencer l'étude si compliquée de la géologie du Jura méridional.

Les coupes figures 1 et 2, perpendiculaires l'une à l'autre et passant très près du village de Saint-Martin-de-Bavel, montrent la position géologique de ce lambeau de mollasse assez exigu, formant un plateau triangulaire d'environ 1000 mètres du N. au S. Comme il est très bien caractérisé par les fossiles et par la succession régulière des strates, il pourrait servir de point de départ et de terme de comparaison pour les autres dépôts de mollasse de la contrée. Dans la légende qui accompagne les coupes, les assises des divers terrains sont numérotées, et celles nos 15, 16 et 17,

relatives à la mollasse marine de Saint-Martin, peuvent se décrire en détail de la manière suivante, de bas en haut :

15. *Conglomérat local.* — C'est le même conglomérat que celui que j'ai signalé dans mon *Esquisse de la Bresse* (*Bull.*, 2e série, t. XV, p. 327). A Saint-Martin-de-Bavel, il est formé de galets exclusivement calcaires, en très grande majorité néocomiens, le reste jurassiques; tous roulés, arrondis ou ellipsoïdes, de toutes grosseurs jusqu'à 30 centimètres de diamètre; les plus volumineux en bas, devenant de plus en plus petits vers le haut, et renfermant des lits de sable calcaire lavé, à ciment calcaire, qui pénètre dans toute la masse. On y remarque assez souvent des galets d'un calcaire roux, miroirant, criblés de trous de Pholades; mais ces galets paraissent être des fragments roulés d'une assise de même roche qui surmonte immédiatement les calcaires compactes, suboolitiques, *infra-néocomiens*. Cette assise néocomienne a toujours, chose remarquable, sa surface criblée de trous de Pholades partout où on peut l'apercevoir en place dans tout le val Romey, tant dans les ravins du centre, sous les couches marneuses à *Ostrea Couloni* et *Toxaster complanatus*, que sur les flancs du val où l'ensemble néocomien est relevé et dénudé jusqu'au calcaire *infra-néocomien*. M. Lory a le premier signalé cette assise perforée dans son *Mémoire sur les terrains crétacés du Jura* (*Soc. d'ém. du Doubs*, 1857), comme appartenant au terrain néocomien, contrairement à l'opinion de M. Itier qui en faisait un rivage jurassique de la mer néocomienne. Pour revenir au *conglomérat local* de Saint-Martin-de-Bavel, j'ajouterai qu'il montre par places un passage insensible à la couche suivante, bien que celle-ci n'existe pas partout; qu'il apparaît comme un dépôt de falaise; qu'il est bien évidemment le produit de l'agitation de la mer mollassique, lors de son envahissement dans les vallées subalpines et subjurassiques, opinion que j'ai déjà exprimée précédemment, à propos de dépôts analogues sur les rives jurassiques de la Bresse. Épaisseur, 1 à 3 mètres.

16. *Mollasse inférieure.* — Cet étage à Saint-Martin-de-Bavel, où il paraît complet, peut se diviser en quatre assises qui sont les suivantes, en procédant toujours de bas en haut :

1° *Mollasse calcaire.* — C'est une assise de transition assez brusque; car elle passe en bas au conglomérat et en haut à la mollasse siliceuse. La base de l'assise est formée de gros sable calcaire ordinairement blanc, quelquefois ocreux, soudé par un ciment calcaire, présentant par places une sorte de lumachelle sableuse, tufiforme, à fragments de coquilles, où l'on distingue le

*Pecten scabrellus*, Lamk, et la *Turritella terebralis*, Lamk, coquilles qu'on ne peut guère avoir qu'à l'état d'empreintes, mais dont les détails sont parfaitement moulés dans la pâte incrustante de la roche. En haut, il y a de plus en plus mélange de grains siliceux et de ciment argileux avec quelques paillettes de mica, puis passage à une roche tout à fait mollassique qui constitue la couche suivante. Épaisseur variable de 1 à 2 mètres.

2° *Mollasse bleue.* — C'est un grès argilo-calcaire, un peu micacé, bleu ou gris bleuâtre, assez dur par places, à grains fins, formant une masse peu marquée de lignes de stratification, solide en bas, peu cohérente en haut. Elle ne contient pas de coquilles fossiles, mais seulement quelques rares petits groupes d'un polypier rameux, délié, l'*Hornera striata*, M. Edw. Épaisseur, 5 à 6 mètres.

3° *Mollasse à oursins.* — Assise difficile à limiter et à séparer pétrographiquement de ses voisines. En bas, c'est une mollasse grise, argileuse, où apparaissent quelques petites Huîtres indéterminables et le *Pecten scabrellus* qu'on verra devenir bien plus abondant dans les couches suivantes. Au milieu est un banc de calcaire sableux d'environ 2 mètres, dans lequel commencent à apparaître de grandes Huîtres que nous trouverons plus abondantes dans le *grès coquillier;* la plus fréquente ici est l'*Ostrea squarrosa*, M. de Serres ; mais le fossile caractéristique du niveau qui nous occupe est l'*Echinolampas scutiformis*, Desmoulins, assez fréquent dans le calcaire, et plus encore dans la mollasse tendre qui le surmonte immédiatement. Le *Pecten scabrellus* continue dans toute l'assise qui contient en outre quelques bivalves indéterminables et des moules de Vénus ou Cythérées, ainsi que quelques polypiers qui se propagent plus haut, et que nous désignerons tout à l'heure. Épaisseur, 4 mètres.

4° *Mollasse à Pecten.* — C'est une mollasse tendre, un peu micacée, grise, très calcaire, en lits assez uniformes, quoique variant d'aspect et de texture, selon l'abondance du ciment argileux ou du sable siliceux. Toute la masse contient abondamment et presque uniquement le *Pecten scabrellus*, Lamk, qui forme même une véritable lumachelle à la partie supérieure, c'est-à-dire sous le banc de *grès coquillier* dont il va être parlé. On y trouve aussi le *Pecten benedictus*, Lamk, le *Pecten vintilabrum*, quelques exemplaires des Huîtres du *grès coquillier*, des polypiers qui passent aussi dans ce grès, des fragments de Balanes, des moules de Vénus ou Cythérées, des fragments d'un bivalve à côtes rayonnantes, paraissant être un *Cardium;* je citerai encore une

Lucine qui paraît être la *L. squamosa*, Lamk. Des recherches plus minutieuses feront certainement découvrir une faune plus nombreuse.

17. *Grès grossier et lits de charriage subordonnés.*— Cette assise prend à mes yeux une extrême importance, comme niveau géologique, en raison de son indépendance des couches inférieures et de son extension transgressive dans l'intérieur des chaînes du massif jurassique ; c'est la base du *grès coquillier* des géologues suisses, du *Muschelsandstein* de M. Studer. Il est supérieur à la mollasse marine subalpine des géologues suisses, par exemple, celle des environs de Berne, de Lucerne, de Saint-Gall, celle-ci étant sur le niveau des assises que nous venons de décrire à Saint-Martin-de-Bavel. Ce grès forme ici la dernière assise ou la plus supérieure du lambeau de mollasse. Il est difficile de savoir si les puissantes couches de mollasse tendre qui viennent au-dessus dans les grands bassins voisins ont existé à Saint-Martin, localité profondément marquée par les érosions. Le grès en question forme un banc très solide, de texture grossière, composé de débris de coquilles (d'Huîtres surtout) et de polypiers, de grains de quartz, de petits fragments roulés de calcaires de diverses couleurs et provenances, un bon nombre venant des Alpes; de petits silex pyromaques ou grenus, blancs, blonds ou noirâtres, les uns roulés, usés ou polis, les autres brisés et ayant encore quelquefois un enduit blanchâtre sur les faces extérieures. Toute cette masse est parsemée de paillettes de mica et cimentée par un empâtement sableux et argileux, très calcaire par places et même spathique. La stratification est confuse, marquée quelquefois par de petits lits de galets de provenance alpine et jurassique. Toute la masse est pétrie de grandes Huîtres souvent brisées et de fragments de coquilles où il est difficile de reconnaître toutes les espèces, bien qu'il soit évident que la plupart se retrouvent dans la mollasse inférieure. Cependant on y distingue nettement le *Pecten scabrellus*, Lamk, le *P. Nisus*, d'Orb. (*P. ventilabrum*, Goldf.?). On y trouve aussi des dents de *Lamna;* mais ce sont les grandes Huîtres qui donnent à ce grès son principal facies paléontologique. Les espèces déterminables parmi les échantillons que j'ai pu recueillir dans une première et rapide exploration sont les suivantes :

*Ostrea gryphoides*, Schl. (*O. crassissima* Lamk). Espèce très commune; quelques exemplaires ont jusqu'à 24 centimètres de longueur sur 9 centimètres de largeur, avec une épaisseur de test considérable.

*Ostrea virginiana*, Gmel.
— *crispata*, Goldf.
— *palliata*, Goldf.
— *burdigalensis*, Mayer.
— *squarrosa*, M. de Serres.

A cette liste, il faut ajouter les fossiles suivants, qui se trouvent également dans la *mollasse inférieure* et dans le *grès grossier* ou *grès coquillier*.

*Pecten laticostatus*, Lamk (très grands exemplaires).
*Lucina squamosa*, Lamk.
*Balanus* (espèce à valves un peu plissées).

Et les polypiers suivants, qui sont entiers dans la *mollasse inférieure*, et le plus souvent à l'état roulé dans le *grès grossier*.

*Hornera striata*, M. Edw.
*Lichenopora tuberosa*, Mich.
*Membranipora reticulum*, Blainv.
*Cellepora supergiana*, Mich.
*Eschara incisa*, M. Edw.

Pour montrer le caractère vraiment falunien de la mollasse de Saint-Martin, il suffira de citer quelques localités lointaines où se trouvent les mêmes fossiles dans le même étage tertiaire, ainsi que j'ai pu m'en assurer par les collections du Muséum et par celles de MM. Deshayes, Michelin, Hébert et Sæmann, qui m'ont aidé dans les déterminations avec l'extrême obligeance qu'on leur connaît.

Bassin du Rhône : Saint-Paul-Trois-Châteaux, Montségur, Suze (Drôme); Vedennes (Vaucluse); étangs de la Valduc et de Berre (Bouches-du-Rhône); Montpellier, Perpignan. Nous suivrons tout à l'heure les ramifications de ce bassin dans l'intérieur du massif du Jura et en Suisse.

Bassin de Bordeaux : Saucats, Léognan, Mérignac, Martillac, environs de Dax.

Bassin de la Loire : Faluns d'Anjou et de Touraine, Manthelan (près de Tours), Pontlevoy (près de Blois), environs d'Angers.

Hors de France : Asti et collines de Turin, le *crag* d'Angleterre, les sables et calcaires de la montagne de Leitha, dans le bassin de Vienne.

Pour me résumer à l'égard de la mollasse de Saint-Martin, je dirai qu'elle ne représente que la *moitié inférieure* de la dernière formation marine du bassin du Rhône, c'est-à-dire la *mollasse sub-*

*alpine* des géologues suisses ; car le *grès grossier* qui la couronne à Saint-Martin n'est que la base du *grès coquillier* des mêmes géologues, en sorte que ce dernier grès et les puissantes masses de mollasse tendre des grandes vallées constituent un étage stratigraphiquement distinct, que j'appellerai *mollasse supérieure* et qui aura, je le crois, plus tard, des caractères paléontologiques particuliers, mais inséparables de ceux de la *mollasse inférieure*.

J'insiste sur cette conclusion auprès de tous les géologues qui voudront travailler au classement encore si controversé des diverses assises de la formation mollassique ou falunienne. J'ajouterai que la mollasse de Saint-Martin-de-Bavel, bien que constituée par une série de couches distinctes, ne présente cependant qu'une seule faune ; que cette faune est falunienne et se continue dans les assises puissantes de la mollasse proprement dite de la Suisse et de la Savoie, c'est-à-dire dans la *mollasse supérieure*. Pour compléter ma pensée, je dirai que cette expression, *mollasse subalpine*, me paraît bien trouvée, non-seulement parce que les assises qui constituent ces étages se remarquent isolément relevées sur une foule de points tout le long du pied du massif alpin, mais parce que, vers le milieu de la formation mollassique, il y a eu un mouvement d'exhaussement dans les Alpes qui a déterminé une certaine agitation de la mer et les dépôts épars de ce que j'appelle *grès grossier et lits de charriage à grandes huîtres* ; il y a eu en même temps une progression de la mer dans le Jura encore alors peu accentué, ce qui explique les dépôts coquilliers de la combe d'Evoaz, du val du Grand-Vaux, de la Chaud-de-Fonds, de Délémont, etc.

Voici maintenant quelle est la curieuse position géognostique de ce petit lambeau de mollasse de Saint Martin-de-Bavel.

Toute la série des couches mollassiques repose transgressivement sur les bancs rongés de l'assise du terrain néocomien inférieur que M. Favre (*Considérations géologiques sur le Salève*) et M. Lory (mémoire déjà cité) ont appelé *calcaires roux*. Les coupes (fig. 1 et 2) montrent cette disposition. Ce *calcaire roux* est visible tout le long du pied du talus mollassique qui fait face à la gare d'Arthemart, laquelle gare est bâtie sur les bancs supérieurs de cette assise puissante de calcaires compactes suboolitiques appelés, par M. Lory, *calcaires infra-néocomiens*. Les couches horizontales de la mollasse butent à l'E., sur une ligne de faille, contre les assises également horizontales du terrain néocomien moyen, c'est-à-dire contre les tranches des calcaires et marnes à *Toxaster complanatus* et *Ostrea Couloni*, tandis qu'à l'O., au hameau de True, l'ensemble de la mollasse est relevé avec les calcaires infra-néocomiens ; il y a

même ici une petite faille qui affecte l'un et l'autre terrain et est, par conséquent, postérieure à l'un et à l'autre. Mais il n'en est pas de même de la faille qui borde la mollasse à l'E. Celle-ci a précédé le dépôt de la mollasse, y compris le conglomérat de la base, car c'est cette faille qui a déterminé en cet endroit l'érosion de la majeure partie du terrain néocomien, dont les débris se retrouvent à l'état roulé dans ce même conglomérat, formé presque sur place et que j'appelle pour cela *conglomérat local* (*Bull.*, 2e série, t. XV, p. 317 et 327). Il est remarquable que cette dernière faille, qui va se traduire dans les rochers abruptes d'Yon et a une direction à peu près N.-S., vienne si exactement se placer dans le système N.-S. de Corse et Sardaigne, qui a précédé le dépôt des grès de Fontainebleau par lesquels M. Élie de Beaumont fait commencer la série des terrains tertiaires moyens, et ce n'est pas le seul fait de ce genre que je pourrais citer dans le massif jurassique. La coupe (fig. 2) montre en outre que la mollasse s'est déposée dans une dépression préalable; car au S., près de Saint-Martin, ses couches, toujours horizontales, viennent finir en biseau sur les strates inclinées des calcaires infra-néocomiens, en sorte qu'on voit la corniche du grès coquillier ou grès grossier s'appuyer aussi en biseau sur ces mêmes calcaires.

Avant de quitter la mollasse de Saint-Martin, je dois dire qu'on en retrouve la continuation dans plusieurs lambeaux plus ou moins complets dispersés dans le val Romey, notamment à Romagneux ; ils reposent, soit sur des couches intermédiaires du néocomien, soit sur le calcaire supérieur à Caprotines. L'identité étant complète, je ne m'y arrêterai pas davantage pour le moment.

Je ne mentionnerai que pour mémoire le semis de gros blocs alpins que l'on rencontre à chaque pas sur le plateau mollassique de Saint-Martin, comme dans toute la région environnante.

Maintenant que le détail des assises de la mollasse de Saint-Martin-de-Bavel nous paraît bien établi, cherchons ses relations dans le Jura et le pourtour du massif, en commençant par les voisinages les plus immédiats, c'est-à-dire par la Perte-du-Rhône, la Michaille et la frontière de Savoie jusqu'à Seyssel.

M. Renevier a donné une coupe des terrains de la Perte-du-Rhône (*Bull.*, 2e série, t. XI, p. 116, et *Mém. de la Soc. helv. des sc. nat.*, 1854); en voici le résumé stratigraphique :

Diluvien. — Graviers.
Mollasse tendre à grains fins.
Mollasse fossilifère (*Ostrea palliata* et *crassissima*).

Mollasse tendre.
Étage crétacé supérieur au gault.
Gault.
Aptien.
Urgonien (néocomien supérieur).

Cette succession se retrouve tout le long du Rhône jusqu'en aval de Seyssel ; mais, comme l'a aussi remarqué M. Renevier dans les environs de la perte, il y a de fréquentes variations et discordances de stratification dans les étages compris entre le néocomien et la mollasse fossilifère (niveau du *grès grossier* ou *grès coquillier* de Saint-Martin-de-Bavel), si bien que quelques-uns de ces étages, tantôt l'un, tantôt l'autre, disparaissent quelquefois complétement. Il faudrait une longue série de coupes successives, pour montrer l'allure stratigraphique de ces terrains et faire ressortir leur indépendance réciproque. Pour m'en tenir à la mollasse seulement, je dirai que le niveau du *grès grossier* ou *grès coquillier* de Saint-Martin se retrouve constamment partout avec les mêmes fossiles et à peu près la même composition pétrographique, sauf l'ampleur des couches. La coupe figure 3 montre la position générale de la mollasse en aval de la Perte-du-Rhône ; c'est surtout le long des berges de Savoie qu'on observe la série suivante de haut en bas :

Dépôts erratiques. . . . . 8 à 10 mètres.

*Mollasse supérieure*, jaunâtre en haut, bleue au milieu, grise en bas ; fausses stratifications nombreuses ; quelques lits feuilletés ; dans les deux tiers supérieurs pas de fossiles, sauf quelques lits minces à débris de Peignes et dents de Squales. Le tiers inférieur est plus dur, forme quelquefois un grès solide, et est abondant en fragments coquilliers, tels que Peignes, polypiers, dents de Squales, Huîtres, etc. ; c'est ce dernier facies qui représente surtout le *grès coquillier* ou *Muschelsandstein* de la Suisse et du Jura. La partie supérieure a été entamée par des érosions sur une foule de points. . . . . 25 à 50 mètres.

*Grès grossier, base du grès coquillier* ou *Muschelsandstein*, et *lits de charriage subordonnés*. — Assise présentant un mélange variable d'un grès grossier semblable à celui de Saint-Martin, de mollasse bleuâtre à la partie supérieure, de lits de cailloux roulés à la partie inférieure, le tout pétri parfois abondamment de grandes Huîtres plus ou moins roulées et brisées (*Ostrea gryphoides*, *virginiana*, *crispata*, *palliata*, *burdigalensis*, déjà citées à Saint-Martin) ; on y trouve aussi des dents de Squales, des débris de polypiers, etc. Les cailloux roulés sont des calcaires blancs, gris ou jaunes, provenant des roches jurassiques ou néoco-

miennes, des calcaires noirâtres provenant des Alpes ; des silex gris, blonds ou bleuâtres, rappelant ceux qu'on voit à la Perte-du-Rhône dans les sables supérieurs au gault ; des fragments de grès d'aspect mollassique ; quelquefois des fragments usés de bois à l'état de lignite. En résumé, c'est une couche de formation agitée qu'on retrouve presque partout, ou dont la place est toujours bien marquée par une discordance de stratification. Épaisseur très variable, de quelques centimètres à . . . . . 2 mètres.

*Mollasse inférieure*, argileuse, grise ou bleuâtre avec une couche d'un beau vert clair vers le haut ; cette mollasse varie fréquemment d'épaisseur et se lie plus avec la mollasse fossilifère par la concordance de l'inclinaison des strates, qu'avec les sables qui la supportent, bien qu'il y ait de part et d'autre une discordance constante résultant le plus fréquemment d'érosions. Cette assise, le long du Rhône, représente la plus inférieure de la mollasse siliceuse de Saint-Martin-de-Bavel, car elle ne contient pas non plus de fossiles et lui ressemble beaucoup pétrographiquement. L'apparition accidentelle de couches plus grises et plus calcaires à sa partie supérieure fait supposer que les couches à oursins et à *Pecten de Saint-Martin* existent ici le long du Rhône, et qu'on y trouvera les fossiles caractéristiques. . . . . 2 à 4 mètres.

Au-dessous de l'assise précédente vient, soit l'un, soit l'autre des terrains suivants, que j'énonce d'après leur succession de haut en bas.

*Sables bigarrés et rubanés.*
*Sables à silex.*
*Gault.*
*Aptien*, ou *grès verts.*

L'exploration minutieuse de la région m'a démontré que la chaîne du Grand-Colombier a pris, en plusieurs fois, son relief actuel et qu'elle formait déjà un rivage dès la fin de la formation néocomienne, car tous les terrains postérieurs viennent y finir en biseaux irréguliers et échancrés. Le territoire français n'offrant que les franges littorales de ces terrains, c'est dans le plateau ondulé des collines de Savoie, entre la Perte-du-Rhône et Annecy, qu'il faut en chercher le classement. La mollasse s'y développe grandement avec la faune falunienne des berges du Rhône, et, sur plusieurs points, tant du centre que du pourtour de ce vaste bassin tertiaire, on peut voir l'allure des assises sableuses qui viennent prendre place entre le gault et la mollasse, et qui se traduisent à la Perte-du-Rhône en ce que M. Renevier appelle, faute de fossiles dans cette dernière localité, *étages crétacés supérieurs au gault.*

Ce serait sortir de mon sujet que d'aborder le classement chronologique de ces derniers terrains, car je n'ai pas non plus de fossiles à citer. Cependant l'étude stratigraphique m'a appris quelque chose à cet égard : c'est que sur une foule de points en Savoie, on peut remarquer une séparation, soit par discordance, soit par érosion, soit par intercalation de matériaux de charriage entre le gault et les *étages* en question, comme entre ceux-ci et la mollasse. De plus, une séparation semblable se manifeste souvent vers le milieu de ces mêmes *étages* entre la partie supérieure, qu'en raison du facies minéralogique j'appellerai *sables bigarrés et rubanés*, et la partie inférieure que je nommerai de même *sable à silex*, différences minéralogiques déjà remarquées par M. Renevier à la Perte-du-Rhône. Je suis donc bien convaincu que la paléontologie viendra plus tard confirmer le classement des *sable à silex* dans la craie et celui des *sables bigarrés et rubanés* dans le terrain nummulitique des Alpes, ainsi que le fait pressentir la succession stratigraphique et l'indépendance que je viens de signaler, toutes choses qu'on retrouvera certainement dans les autres régions subalpines.

Pour revenir à la mollasse, je ne dirai pas une chose nouvelle en montrant que le bassin mollassique de la mer du Sud ou Méditerranéenne s'est étendue brusquement jusqu'en Suisse, entre les Alpes et le Jura, et que ce bassin a été ensuite lacéré par les chaînes du Vuache, de Chautagne, du Chat et du Bugey, qui toutes relèvent la mollasse et vont souder le Jura aux Alpes. Ce n'est pas chose nouvelle non plus que l'existence de lambeaux de mollasse dans l'intérieur du massif jurassique ; mais ce que l'on n'a pas assez remarqué, c'est que cette mollasse intérieure du Jura ne représente jamais que la moitié supérieure de la série mollassique, commençant, comme je l'ai établi ci-dessus par le *grès grossier* de Saint-Martin-de-Bavel, c'est-à-dire le *grès coquillier* ou *Muschelsandstein*. Cette extension du *grès coquillier* au pied et dans l'intérieur du massif jurassique a été la conséquence immédiate d'une émersion probable de la *mollasse inférieure* ou *subalpine*, la mer mollassique ayant alors fait un mouvement de progression de l'E. à l'O. qui l'a fait pénétrer dans le Jura.

Ainsi s'expliquent les dépôts mollassiques du Jura, tels que celui de la Combe d'Évoaz, près du Crêt de Chalam, à 1,235 mètres d'altitude, dont j'ai donné la coupe (*Bull.* 2e série, t. XV, p. 326, fig. 9). Tel est encore un autre lambeau de mollasse, connu depuis longtemps des géologues du Jura, de M. Bonjour surtout, et qui s'observe dans le val du Grand-Vaux, chef-lieu Saint-Laurent, au

lieu dit la Ferté, ferme située entre les Mussillons et le lac de l'Abbaye. J'ai rapporté dans le temps de cette localité les fossiles suivants :

*Ostrea crispata*, Goldf.
— *palliata*, Goldf.
*Pecten scabrellus*, Lamk.
— *benedictus*, Lamk.
— *burdigalensis*, Lamk.
*Hornera striata*, M. Edw.
*Lichenopora tuberosa*, Mich.
*Cellepora supergiana*, Mich.
*Eschara incisa*, M. Edw.

Cette faune de la Ferté est certainement plus nombreuse, mais je ne mentionne que les espèces déterminables que j'ai pu récolter. M. Étallon cite ce dépôt dans son *Esquisse du Haut-Jura* (*Soc. d'ag., d'hist. nat. et arts de Lyon*, 1857) ; mais, comme il ne donne pas les noms spécifiques des fossiles, il faudra de nouvelles études pour compléter la faune de cette localité. Cette mollasse de la Ferté est un grès très grossier qui repose sur le calcaire néocomien à Caprotines et est relevé avec lui (v. fig. 4). Il est très calcaire, mais contient aussi tous les éléments quartzeux du *grès coquillier* des vallées subjurassiques et subalpines.

L'existence de ces lambeaux de mollasse falunienne dans l'intérieur du Jura méridional nous conduit à regarder comme leur correspondant synchronique les autres dépôts de la mollasse falunienne des vallées intérieures du Jura septentrional, telles que celles de Sainte-Croix, la Chaud-de-Fonds, Tavannes, Court, Undervelier, Délémont et Lauffon, localités parfaitement et depuis longtemps décrites par les géologues suisses. Il devient donc de plus en plus évident que partout il y a une relation intime et quelquefois immédiate entre ces lambeaux épars et les grands dépôts de mollasse du bassin du Rhône prolongé par la grande vallée des lacs de la Suisse. Il est, en outre, bien certain que tout ceci faisait partie du bassin de la mer du Sud ou Méditerranéenne, lequel bassin pénétrait dans certaines vallées du Jura, alors plus ou moins accentué, mais ensuite profondément modifié par les formes grandioses de son relief actuel.

J'ajouterai en passant une observation qui est déja ancienne dans mon esprit, qui date de l'époque où j'étudiais le Jura septentrional avec le concours obligeant de M. Greppin, qui a si bien décrit la val de Délémont, et sous la direction éclairée de M. Thurmann, dont les consciencieux travaux forment le premier et le plus solide

monument de la géologie du Jura : c'est que, si l'on considère que les vals de Délémont et de Lauffon, les plus voisins du bassin du Rhin, en sont séparés seulement par une ou deux chaînes relativement basses et dont l'altitude n'a été définitivement atteinte qu'à une époque postérieure à la mollasse, on ne peut s'empêcher de penser que la mer du Sud, qui a déposé de la mollasse falunienne dans ces vals, a dû alors faire jonction par cette région avec la mer du Nord, qui s'était déjà avancée une fois jusqu'à Délémont, à l'époque des grès de Fontainebleau, ainsi que M. Hébert l'a figuré (*Bull.*, 2e série, t. XII, p. 760, pl. XVI) à la suite des travaux de M. Greppin. Cette hypothèse conduit à l'existence probable de dépôts faluniens dans la haute Alsace, où l'on n'en connaît pas encore, que je sache.

Un dernier mot encore sur un autre sujet. On a placé récemment au Muséum un gros bloc de grès calcarifère provenant des bords de l'étang de Berre et formé d'une lumachelle d'*Ostrea squarrosa*, M. de Serres; on y remarque aussi quelques valves du *Pecten scabrellus*, Lamk. J'ai comparé les exemplaires des mêmes espèces provenant de Saint-Martin-de-Bavel et je les ai trouvés absolument identiques, tant pour la forme que pour l'ampleur. Or, l'étang de Berre communique avec la Méditerranée par un canal de quelques kilomètres. Comment se fait-il qu'il n'y ait là, au niveau de la mer, aucun dépôt marin plus récent que les faluns ou la mollasse? et, s'il en est ainsi dans tout le bassin du Rhône, quelle conclusion peut-on en tirer pour le classement des terrains tertiaires? où faudra-t-il chercher en France la limite du *terrain tertiaire supérieur?* On trouve déja une réponse anticipée à ces questions dans la classification de M. Mayer, qui place dans le *terrain tertiaire supérieur* tout ce qui vient au-dessus de la faune des sables de Fontainebleau et d'Étampes, c'est-à-dire au-dessus du terrain nummulitique des Alpes. Il ne m'appartient pas de discuter un pareil système au point de vue de la paléontologie; cependant je dirai que si on voulait suivre cette idée, pour laquelle j'avoue ma sympathie, et si on voulait tenir un plus grand compte des successions orographiques pour délimiter les grandes époques géologiques, on pourrait, avec quelque raison, placer le commencement du *terrain tertiaire supérieur* à l'époque de l'envahissement de la mer falunienne dans les bassins de la Touraine, de Bordeaux et du Rhône, phénomène simultané et très général, caractérisé dans tout l'est de la France, en Suisse et en Savoie, par ce dépôt de galets et de cailloux empruntés aux roches voisines ou prochaines, que j'ai appelé *conglomérat local*, et qui peut servir de limite sur une

foule de points dans les régions subalpines et dans le pourtour du Jura méridional. Je dois ajouter qu'il ne faudrait pas confondre ce niveau avec celui de certains dépôts analogues appelés *nagelfluh* ou *gompholithe* dans la partie septentrionale et occidentale du Jura, où leur position est restée jusqu'à présent très équivoque ; la plupart de ceux-ci sont plus anciens et marquent l'invasion de la mer tongrienne ou des sables de Fontainebleau par la vallée de l'Alsace. Dans le Jura suisse, comme dans le Jura français, il faut distinguer ces deux niveaux de galets roulés, tant pour le classement des couches tertiaires, que pour celui des derniers mouvements orographiques.

M. d'Archiac communique, au nom de l'auteur, le mémoire suivant de M. Pouech :

*Mémoire sur les terrains tertiaires de l'Ariége rapportés à une coupe transversale menée de Fossat à Aillères, passant par le Mas-d'Azil, et projetée sur le méridien de ce lieu,* par M. l'abbé Pouech, directeur-professeur au grand séminaire de Pamiers (Ariége) (1), Pl. IX et X.

La coupe ci-jointe (pl. IX) dont je viens présenter les détails comprend les terrains de Sabarat cités par M. Noulet, en décembre 1857, mais elle s'étend considérablement au N. et au S. sur une étendue totale de 15 à 16 kilomètres.

Je divise les terrains traversés en *séries*, les séries en *sections* et les sections en *parties* ou *membres* indiqués par la suite naturelle des nombres. J'évite ainsi de me prononcer sur leur division, leur âge et leur classification, me proposant uniquement d'éclairer par des renseignements précis une question que quelques personnes regardent encore comme litigieuse. La liste complète des fossiles que j'ai recueillis dans les divers termes de cette coupe, déterminés par MM. d'Archiac et Lartet, sera publiée dans un prochain numéro du *Bulletin*, l'abondance des matériaux ayant apporté quelque retard dans leur envoi et exigé un certain temps pour leur détermination spécifique.

---

(1) Ce mémoire avait été présenté dans la séance du 8 novembre 1858, mais diverses circonstances en ont retardé jusqu'à ce jour la publication.

### Série I.

La première série s'étend du *Fossat* jusqu'à la limite nord de la commune de Sabarat ; elle passe par le *Carla* (le comte) et *Casteras ;* les terrains qui la composent sont ceux du Lauraguais, du Toulousain et du Gers, représentés sur la carte géologique de la France comme tertiaires moyens ou miocènes

Je n'entreprendrai pas de décrire le périmètre entier de ces dépôts dans le bassin sous-pyrénéen, je me bornerai à indiquer leur limite méridionale à travers le département de l'Ariége.

Cette limite partant de *Fornex* et courant de l'O. à l'E. passe par *Daumazan*, au nord de *Campagne*, *des Bordes*, *de Sabarat*, par le milieu de la commune de *Pailhès*, puis par *Monesple*, *Montegut*, *Arti*, *Rieux*, et *Varilles* où les terrains en question ont été dénudés ou cachés par les alluvions de l'Ariége. Je parle ici de la limite bien tranchée, car si l'on voulait tenir compte des lambeaux détachés et appliqués sur le revers des poudingues sous-jacents, on devrait porter cette ligne un peu plus au S., surtout entre *Varilles* et *Pailhès*, et la représenter profondément découpée.

Cachés sous les alluvions de la vallée de l'Ariége, ces terrains reparaissent à l'E. vers Coussa, et leur limite S. partant de ce point passe à *Arvigna* et *Vira* où elle traverse le *Doutouire*, puis dans la vallée de la *Lers*, qu'elle traverse entre *Rieucros* et *Besset* pour aller couvrir les coteaux de *Portes* et *Mazerettes* sur la rive droite, se prolonger entre Saint-Olin et Sainte-Foi, et se perdre dans l'Aude, en laissant Mirepoix au S., c'est-à-dire à sa droite.

Ces terrains dans notre coupe sont divisés en deux membres représentés selon l'ordre de superposition, et de haut en bas, par les chiffres 1 et 2.

Le n° 1 représente un ensemble de couches d'argile et de marnes généralement rousses avec des bancs solides de calcaires argileux nankin ou de marnes endurcies criblées de vides isolés et de tubulures généralement perpendiculaires à la stratification et intérieurement tapissées de cristaux de calcaire spathique. Il y a aussi des bancs de graviers et poudingiformes. La fig. 1, pl. X, représente la coupe de la colline du *Carla*.

Le n° 2 est un ensemble de bancs de calcaire marneux blanc-paille, alternant avec des marnes grasses, verdâtres et grises, quelquefois rousses ; les érosions montrent ce terrain partout au fond des vallons et sur leurs flancs ; il présente une grande uniformité de composition et une stratification régulière partout où on l'a observé.

Les deux systèmes sont concordants; ils inclinent au N. sous une pente très faible, et ce n'est qu'au contact des poudingues sous-jacents qu'ils présentent quelque confusion et un certain mélange d'éléments de nature diverse (1).

Les fossiles trouvés jusqu'ici dans ces terrains sont ceux du Gers, surtout des Rhinocéros, en particulier l'espèce à grandes incisives. J'en possède des restes importants venant des marnes de *Carol* entre le Carla et le Fossat. On y a trouvé aussi des restes de Dinothérium. Les molaires figurées par Cuvier (fig. 1, 2, 3, 4, de la pl. 78 de ses *Recherches sur les ossements fossiles*) viennent du Carla. C'est à la limite des deux bancs (*b*) et (*c*) de la coupe précédente et au pied N.-O. du mamelon de l'Église que ces restes ont été recueillis.

Ces terrains sont recouverts, çà et là, par un dépôt diluvien siliceux dont les roches mères ne se trouvent pas avant qu'on atteigne le rideau de grès modifié de *Camarade*. Ce dépôt est trop mince pour avoir pu être figuré dans la coupe.

## Série II.

Cette série, comprise entre la métairie de la *Cabane* et l'église de Sabarat, occupe, du N. au S., les deux tiers de cette commune. C'est dans cette partie que se trouvent les calcaires d'eau douce signalés par M. Noulet. Je la subdivise en quatre sections marquées sur la coupe par les majuscules A, B, C, D.

*Section* A. — Cette première section comprend un grand système de poudingues à gros éléments calcaires, provenant des roches de même nature qui forment le double rideau montagneux compris entre Sabarat et la *Bastide-de-Serou*. Ce sont de gros galets calcaires arrondis, jaunes et roux pour la plupart, quelquefois gris, compactes et durs, présentant surtout des madrépores et des coraux branchus empâtés dans leur masse. J'y ai aussi observé des Peignes, des Térébratules et d'autres coquilles indéterminables.

Ces galets, quand ils sont ovoïdes et allongés, ont ordinairement leur grand axe orienté du N. au S. et incliné à l'horizon (2),

(1) On ne peut saisir aucun trait de ressemblance entre ces terrains et ceux de l'Aude que mentionne M. le vicomte d'Archiac, sous la dénomination de *formation tertiaire moyenne*, p. 464, etc., du t. XIV du *Bull. de la Soc. géol. de France*.

(2) L'inclinaison est au N. et les bancs plongent de ce côté d'un bout à l'autre du département sous un angle qui varie de 10 à 90 degrés.

comme les plans de la roche elle-même. Ils sont aussi fortement impressionnés par leur contact mutuel, et surtout profondément rayés par des grains quartzeux qui y adhèrent, principalement vers les extrémités, selon le sens de la pression. Une puissante poussée a été exercée du N. au S. sur ces bancs : leur redressement général, et ces effets particuliers produits sur leurs matériaux en sont la preuve.

Ces bancs de poudingues sont en effet ici fortement redressés; quelques-uns même, les plus inférieurs, semblent dépasser la verticale. Les bancs supérieurs, au contraire, et les plus récents, viennent successivement s'appuyer contre les premiers en diminuant graduellement d'inclinaison.

Plusieurs des galets qui composent ces poudingues sont aujourd'hui complètement évidés, sans doute par suite de dissolution. Leur forme en creux et un peu de poussière les représentent actuellement. Mais ce qu'il y a encore de plus remarquable, ce sont les profondes empreintes en creux, que la plupart présentent, sans qu'ils aient éclaté sous la pression énorme qui a dû produire ces empreintes, car ces calcaires sont très cassants; la netteté des stries et des sillons qu'offre leur surface, avec bavure et bourrelet, absolument comme ce qu'on produirait sur une lame de plomb avec un poinçon, ou sur une masse de beurre; ces galets sont cependant très durs, et il est impossible d'y produire artificiellement le même phénomène.

L'ensemble de ces poudingues forme un système puissant consistant en une vingtaine de bancs de 1 à 6 et même 8 mètres d'épaisseur, séparés ordinairement par des lits de 1 mètre environ d'une argile dure, rousse ou grise, mais ordinairement roux orangé ; le tout sans indices de fossiles contemporains ou propres.

Ce système de poudingues forme à la surface du sol une zone de 250 m. environ, qui est loin de représenter sa puissance totale, parce que les terrains supérieurs les cachent ici en partie. Ce n'est qu'à 4 kilomètres environ à l'E., dans la gorge de Pailhès, citée si exactement par M. Leymerie, qu'on en découvre toute l'épaisseur, qui en cet endroit atteint jusqu'à 450 mètres.

L'étendue superficielle de ces poudingues varie d'ailleurs beaucoup en traversant le département et ce sont les variations de leur inclinaison qui en sont la cause. C'est entre *Sabarat* et Loubens, où leur inclinaison est la plus forte, que leur étendue est la plus faible. A l'O. et à l'E. au contraire, à l'O. vers *Campagne*, et à l'E. vers *Mirepoix* où cette inclinaison est au minimum, cette même étendue augmente d'une manière remarquable; son maximum à l'E. de

Mirepoix entre *Sainte-Foi* et *Belloc* atteint 15 kilomètres. Là aussi, non-seulement l'inclinaison N. diminue beaucoup, mais les couches deviennent même anticlinales par suite d'un plissement et d'une rupture, comme le montre la coupe (pl. X, fig. 2).

Les éléments de ces poudingues varient aussi beaucoup, et leur nature correspond généralement à celle des roches qui constituent le rideau calcaire qui règne immédiatement au S. jusqu'à 2, 4, 6, et même 10 kilomètres. Ainsi à *Campagne* ce sont les roches nummulitiques, distantes à peine de 2 ou 3 kilomètres, qui fournissent la plus grande partie de ces éléments; à *Sabarat*, *Pailhès*, *Montegut* et *Loubens*, ce sont les calcaires du *Mas-d'Azil* et de *la Bastide*, à *Varilles* ceux de *Saint-Jean* et de *Foix*, enfin à *Dun*, *Mirepoix*, *Belloc* et *Camon*, les calcaires et les schistes noirs de *Monsegur* et de *Fougax* situés à 10 ou 12 kilomètres. De là aussi résulte une grande variation de composition et de teinte dans ces poudingues et les argiles subordonnées. A *Sabarat* et à *Campage*, les bancs rocheux sont jaune-gris, et les argiles roussâtres, ainsi qu'à *Pailhès*; à *Varilles* domine le gris; à *Dun* et *Belloc* la teinte générale est gris bleu et noirâtre. Le nombre de ces bancs de poudingue, l'aspect et la grosseur de leurs éléments varient aussi beaucoup d'après les lieux, et dans le même lieu d'un banc à l'autre.

L'aspect orographique de cette section est très uniforme : c'est d'un bout à l'autre du département une série de collines elliptiques à sommet arrondi; leur grand axe se trouve bout à bout et dans la direction générale du N.-O. au S.-E. Ces collines sont généralement arides et pelées, si ce n'est sur les flancs où prospère la vigne. La plus grande altitude qu'elles atteignent est au sommet de Crampagna sur l'Ariége qui s'élève à 679 mètres.

*Section* B. — Cette section s'étend sur 400 mètres environ et se compose d'argiles sableuses et micacées, subgréseuses, sèches et assez vivement colorées, avec des lits minces et discontinus de poudingues subordonnés (1).

Ces terrains varient trop pour que j'entreprenne de décrire leur trajet à travers le département, et je me bornerai à les décrire tels qu'ils se présentent dans ma coupe. Pour plus de clarté, je divise cet ensemble en trois parties principales ou membres désignés par les nos 5, 6 et 7.

5. La première partie comprend des argiles sableuses nuancées de jaune, de bleu, de rouge, de vert, diversement associées et

(1) Ne serait-ce pas ici les représentants des mollasses d'eau douce ou grès de Carcassonne?

modifiées par leurs rapprochements, quant à leur composition et à leurs nuances surtout, qui sont toujours obscures et ternes.

Ces argiles sont d'ordinaire nettement stratifiées en couches minces ne dépassant pas quelques décimètres et très continues; elles forment un sol généralement stérile, se couvrant à peine d'ajoncs et de rares graminées. Elles n'ont pas jusqu'ici présenté de fossiles. On y trouve intercalés des lits minces de grès friables, des lits de poudingues minces et discontinus, et quelques marnes calcaires violettes et rougeâtres.

6. Le second membre ou tronçon correspond à la métairie de *Roquebel* et constitue la partie nord de la haute colline de *Nautery*.

Ce sont encore ici des argiles comme au n° 5, mais renfermant deux bancs épais de poudingues particuliers. Ils sont concordants avec ceux de la section A, mais plus redressés, à ciment rouge ferrugineux, et formés de galets de phthanite vert et noir, de quartz blanc et même de granite, mais surtout de calcaire compacte, gris et noir, de schiste noir et de calcschiste griotte et vert, éléments paléozoïques, dont les roches mères ne se trouvent pas avant Saint-Girons et Riverenert à 20 ou 30 kilomètres de distance. Le calcschiste griotte, en particulier, est pétri de Goniatites. On voit encore se répéter ici le phénomène des galets impressionnés et rayés. La stratification est concordante et régulière, et les deux bancs de poudingues en particulier sont si constants et si réguliers, qu'on les retrouve partout, depuis les *Bordes* jusqu'à Crampagna, et qu'ils forment ainsi une excellente ligne de repère. Jusqu'ici il y a absence complète de fossiles contemporains dans toute cette partie.

Le n° 7 présente des argiles comme les membres précédents, mais qui passant insensiblement à la marne avec quelques lits atténués de poudingues forment aussi un sol très aride dépourvu de fossiles.

*Section* C (1). — Cette section comprend les n$^{os}$ 8, 9 et 10 et s'étend depuis *Roquebel* jusqu'au col de *Martel* sur 750 mètres environ. Elle présente principalement des calcaires lacustres et des marnes. C'est dans cet intervalle que se trouvent les bancs coquil-

(1) Les terrains de cette section ne sont-ils pas le prolongement occidental des calcaires marneux blanchâtres et jaunâtres du bassin de Narbonne et de Sigean? Dans l'Ariége on peut les suivre depuis Montbrun (Haute-Garonne) jusqu'à Belloc, dans la direction de Limoux.

liers cités par M. Noulet, et par conséquent l'une des parties les plus intéressantes de la coupe. Je divise l'ensemble en trois tronçons principaux sous les numéros ci-dessus, me contentant de désigner les bancs calcaires les plus importants par des lettres (*a*) (*b*) (*c*), etc.

8. Le premier tronçon s'étend de Roquebel au *Cap-de-la-Coste* sur une largeur de 300 mètres à peu près. C'est une série de marnes argilo-calcaires, friables, grasses et colorées de teintes vives, lilas, rose, fleur de pêcher, amarante, etc., d'un ton plus ou moins prononcé et entremêlées de bandes gris de lin, vert-glauque, vert-pomme, vert-olive, jaune-serin, roux-nankin, blanc et jaune-aurore. Cette partie se termine par 4 ou 5 bancs de marne plus dure, bariolée de violet, de jaune, de rouge et de vert, formant une crête saillante sur laquelle est située l'habitation du *Cap-de-la-Coste.* C'est le vrai calcaire lacustre représenté comme tel dans la coupe, mais jusqu'ici sans fossile, comme il arrive en général toutes les fois que ce calcaire se colore.

L'ensemble de ces bancs est marqué (*b*) ; le banc marqué (*a*) et qui est le premier, est à 200 mètres plus au N. et à 180 mètres environ au S. de *Roquebel*, affleurant au bord du chemin. C'est un calcaire blanc marneux concrétionné, coquillier, mais n'ayant présenté jusqu'ici que des Cyclostomes. Ces derniers y sont nombreux, très gros, mais mal conservés et à l'état de moules. Ce banc très régulier, a 1 mètre de puissance environ, il est incliné au N., très continu à travers toute la commune de Sabarat, et pour la direction comme pour l'inclinaison parfaitement concordant avec les autres terrains de la coupe.

La présence exclusive de ces Cyclostomes si nombreux est, je crois, une circonstance assez remarquable.

9. Le tronçon suivant, qui comprend tout le versant du *Cap-de-la-Coste* à *Murtet*, a environ 250 mètres.

Il se compose encore de marnes, mais moins colorées, jaunâtres et glauques en général, souvent argileuses, micacées et gréseuses. L'élément psammitique micacé domine vers le N. ; vers le S., c'est l'élément argileux ; cette partie même devient noire et charbonneuse sur une bande de 50 mètres de largeur, et on y rencontre des feuillets de dusodyle (1) et quelques veinules de jayet, que le

(1) La présence de ce minéral dans un terrain si analogue d'ailleurs à celui de Sigean, établit encore entre les dépôts de ces deux localités éloignées un point de ressemblance bien remarquable. Ici cependant les gypses manquent.

vulgaire s'obstine à prendre pour de la houille. Partout ou cette bande affleure, elle s'annonce par la teinte sombre du sol, elle se termine au S. par une bande de 20 à 30 mètres environ d'une argile marneuse jaune et roussâtre.

Cet ensemble comprend plusieurs bancs de calcaires marneux, que je ne désigne pas d'une manière spéciale. Ils sont au nombre de 5 ou 6, tous argileux, impurs, minces, discontinus, et sans fossiles, parfaitement concordants. Toujours la direction est E.-S.-E., O.-N.-O., l'inclinaison au N. et visiblement la même. Les bancs gréseux présentent à leurs surfaces des vermiculations et des trous, ce sont les seuls vestiges de fossiles qu'on y trouve.

10. Enfin le tronçon n° 10, le dernier de cette section, a environ 200 mètres d'étendue, et comprend un ensemble de marnes argileuses colorées, rousses d'abord, puis rouge-cerise, rouge-cuivre, roses, lilas, gris-bleu, gris-glauque, gris-jaune alternant plusieurs fois, à teintes lavées, nuagées et fondues. En avançant vers le S., elles deviennent de plus en plus calcaires.

On y observe trois bancs coquilliers principaux marqués (*c*) (*d*) (*e*) sans compter plusieurs autres moins importants.

Ce sont les bancs spécialement cités par M. Noulet; les bancs (*c*) et (*d*) surtout lui ont fourni les coquilles mentionnées dans son mémoire.

Le banc (*c*) est double, c'est une réunion de deux bancs d'un mètre chacun, séparés par un lit d'argile lie de vin et glauque. Ces deux bancs sont concordants avec les terrains encaissants pour la direction et l'inclinaison à travers toute la commune de Sabarat, seulement la roche se colore en certains endroits, devient argileuse et les fossiles disparaissent. Ces derniers sont ici presque exclusivement des Planorbes ; sur d'autres points ces bancs m'ont présenté d'autres genres.

Ce double banc affleure à quelques mètres au N. de l'habitation de Martet. On peut le suivre à l'O. à mi-côte à travers les vignobles de Sabarat, et à l'E. à travers la propriété de *Taparouch* jusqu'à la métairie des *Tujagues*.

Le banc (*d*) qui est aussi multiple est situé à environ 100 mètres au S. du précédent, et forme un bourrelet saillant qui couronne le petit versant cultivé de *Mousque*.

Là le calcaire est plus compacte, blanc jaunâtre, dur, à cassure large très nette ; les coquilles y sont nombreuses et variées ; on y rencontre toutes les espèces indiquées par M. Noulet et quelques autres, particulièrement une *Clausilia*.

L'ensemble de ces derniers bancs forme une épaisseur totale

de 3 à 4 mètres au plus. On peut les suivre comme les précédents à travers le vignoble de Sabarat, où on les voit former un bourrelet continu et saillant, au-dessus du précédent, c'est-à-dire plus près de la plaine.

M. Noulet y signale sept espèces de coquilles, et M. Leymerie aurait voulu qu'on y rencontrât des Lophiodon; pour moi j'y ai trouvé quelques coquilles de plus, des ossements inconnus et des plaques tégumentaires plissées, appartenant peut-être à des tortues.

Ces calcaires si développés à Sabarat, ne le sont pas autant dans le reste du département. A *Paîlhès* déjà ils diminuent d'importance; à *Crampagna* plus encore, enfin à *Belloc* vers la limite orientale, ils sont représentés à peine par quelques couches très argileuses.

*Section* D. — Cette section occupe le col de *Martet*, la butte de *Belem*, le col de la *Servole* et s'étend jusqu'à l'église de Sabarat, sur 450 mètres de distance environ.

Elle se compose de marnes et d'argiles colorées en roux et en rouge de diverses nuances, entremêlées de lits de poudingues nombreux et puissants, de bancs de calcaire lacustre, et de grès roux et gris, peu solide et grossier.

Les roches de cette section sont parfaitement concordantes avec celles de la précédente : mais tout ici est plus grossier et plus mélangé. Ainsi les marnes admettent dans leur masse des bancs distincts d'argiles gréseuses très dures, et les poudingues des grès. Les poudingues eux-mêmes sont souvent à ciment de calcaire lacustre, et ces calcaires, à leur tour, toujours dépourvus de fossiles, offrent fréquemment des galets calcaires et d'autres, et deviennent souvent argileux.

Je divise cet ensemble en trois membres avec les nos 11, 12 et 13, que je vais décrire successivement.

11. Le premier membre (no 11) présente d'abord quelques lits de poudingue calcaire à ciment gréseux et argileux, puis des argiles et des marnes colorées, verdâtres et rouges, un banc de calcaire lacustre argileux et sans fossiles; enfin des marnes et des argiles colorées et gréseuses sur environ 80 mètres d'épaisseur jusqu'au sentier qui, du chemin de la *Roue* monte à *Belem*. L'ensemble compris sous ce numéro occupe environ 140 mètres, c'est-à-dire tout le col compris entre *Belem* et le carrefour de *Martet*.

12. Le tronçon no 12 comprend tout le plateau de *Belem*. Il se compose d'abord de quatre ou cinq bancs épais de poudingue à gros éléments calcaires, à ciment, quelquefois de calcaire lacustre,

mais ordinairement argileux. Ces bancs, séparés par des lits d'argile rousse et rougeâtre et de calcaire lacustre, ont en moyenne $1^m,50$ de puissance, et leur ensemble occupe environ 50 mètres; ils forment le sommet de la butte et le sol même de l'habitation de Belem. Là encore les galets calcaires se montrent fortement impressionnés et rayés.

A la suite viennent des marnes bleuâtres et rousses sur environ 60 mètres, puis deux bancs épais de calcaire lacustre (*g*) blanc, très compacte et très homogène, mais sans fossiles ; puis enfin un dernier banc de poudingue gréseux qui termine le tronçon qui a 130 ou 140 mètres de développement total.

13. Enfin le tronçon n° 13 qui termine cette division, à part quelques lits de marne et quelques bancs de poudingue, est exclusivement argileux et gréseux.

Cet ensemble occupe le col et les deux versants de la *Servole*, sur une étendue totale d'environ 200 mètres.

En allant toujours du N. au S , il présente quelques lits de marne rose et un banc de poudingue suivi de marne bleuâtre, enfin des argiles gréseuses roussâtres, entremêlées de bancs minces de grès roux grossier et poudingiforme sur tout le versant N. de Servole, jusqu'au bas du col.

A partir du col, sur tout le versant S. les grès dominent : ce sont des grès quartzeux, grossiers presque sans ciment et blanc grisâtre, se continuant jusqu'à la crête même de la *Servole* formée par un banc épais de poudingue que je mentionnerai particulièrement, parce qu'il termine la seconde série de ma coupe, et sa dernière section.

Le poudingue de la Servole, par la nature de ses éléments, rappelle à certains égards celui de *Nautery* (n° 6), mais le ciment est différent. Il est ici sableux, micacé et gréseux et tout à fait de la nature des grès supérieurs. Les galets sont aussi profondément rayés, impressionnés et remplis de grains de quartz, surtout aux extrémités des grands axes. Ces galets, d'ailleurs, sont, en général, d'une roche calcaire noire, compacte, très dure, espèce de marbre lumachelle dont les roches mères ne se trouvent que vers Saint-Girons. Il y a aussi du calcaire gris de même consistance et de même espèce, du marbre cippolin gris, paléozoïque, de rares griottes, quelques galets anguleux de phtanite noir, vert et rose de *Larbout* et de *la Bastide*, enfin quelques galets de granite friable et altéré. On y observe encore des roches moins anciennes de calcaire roux crétacé, etc.

Ce banc a de 3 à 4 mètres de puissance au plus, et concorde

parfaitement avec tous les autres Il est continu et forme une excellente ligne de repère dans tout l'espace compris entre la vallée de l'Arize et celle de l'Ariége, de *Sabarat* à *Crampagna*.

C'est ici l'extrême limite S. des terrains cités par M Noulet dans son mémoire; leur ensemble qui forme la seconde série de cette coupe rappelle assez l'idée des *bourrelets littoraux* pour une époque ou les Pyrénées n'avaient pas acquis leur relief actuel. Quoi qu'il en soit, je vais terminer ce qui les concerne en les suivant à travers le département.

*La limite* nord des poudingues de la première section (A) a été *déjà déterminée*. Je vais déterminer leur limite S, qui sera par cela même celle des terrains suivants ou des sections (B, C et D), leur limite sud sera déterminée à part.

1° La limite sud des poudingues de la section A, passant à moins d'un kilomètre au S. de *Campagne*, traverse l'Arize aux *Salenques*, passe dans le nord de la commune des *Bordes* et de *Sabarat*, dans le sud de celles de *Pailhès* et de *Monesple* et au milieu de celles de *Montegut*, de *Cazaux*, de *Loubens* et de *Crampagna*. Là elle traverse l'Ariége, laisse *Dalou* au nord et continue à travers *Gerdas*, *Ventenac* et *Lieurac*. Au delà du *Doutouïre* elle passe à *Pradettes*, à *Aignes-Vives* où elle traverse la *Louctouire;* elle gagne ensuite *Belloc* et *Camon* où elle traverse le Lers pour passer dans l'Aude entre Souac et Chalabre, en se dirigeant vers Limoux (1).

2° La limite sud, passant exactement par le village des Bordes, par celui de Sabarat et l'église de *Menaï*, par les villages de *Montegut*, de *Loubens* et de *Crampagna*, franchit l'Ariége sur ce point. Je ne puis assigner sa direction à l'E. d'une manière aussi exacte. Je sais seulement qu'elle se maintient au nord de *Lieurac* vers le hameau de *Taychel*, d'où elle passe enfin par le Castela de *Belloc*, pour traverser le Lers vers Chalabre. Je n'ai pu ici en suivre la direction qu'à la simple vue et de loin. Ainsi ces terrains forment une bande continue de Montbrun (Haute-Garonne) à Chalabre (Aude), ayant en moyenne une largeur de 1200 mètres, tantôt plus, tantôt moins. Dans ce trajet, ils occupent le fond ou le versant nord d'une longue vallée longitudinale fortement accusée,

(1) Les terrains de la série II, sections A, B, C, D, de cette coupe, sont évidemment le groupe lacustre de la formation tertiaire inférieure décrite sous cette dénomination par M. d'Archiac, p. 466-472 du t. XIV du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér. — La section E de la série III s'y rapporte peut-être aussi, au moins pour le n° 14.

régnant le long du premier chaînon des Pyrénées, mais plus ordinairement ils forment la pente nord comme entre les *Bordes* et *Crampagna*. Le sol en est généralement peu fertile : à *Sabarat* et aux *Bordes*, grâce à une persévérante culture, il se prête cependant très bien à la vigne et aux arbres fruitiers.

Hors du département, j'ai vu un terrain analogue à Castres où j'ai recueilli des Planorbes identiques dans un calcaire en tout semblable, à *Avignonet* (Haute-Garonne), et à l'E. de Carcassonne entre Moux et Lezignan, autant que la rapidité du voyage m'a permis d'en juger.

## Série III.

Cette série s'étend depuis l'église de Sabarat au fond de la vallée de l'Arize, jusqu'à la limite du Mas-d'Azil au Peyré. Elle comprend une étendue d'environ 1250 mètres, et les terrains qui la composent, peut-être à l'exception du n° 14, sont exclusivement marins comme les détails suivants vont le démontrer.

Je divise cette série en trois sections E, F, G.

*Section* E. — Cette section s'étend de l'église de Sabarat à *Pepiane* sur une surface d'environ 500 mètres. Je la divise en deux membres désignés par les n$^{os}$ 14 et 15. Elle ne présente que des argiles et des grès.

Le n° 14, qui à lui seul comprend presque tout l'intervalle, a environ 400 mètres ; c'est un vaste ensemble, ou une puissante assise d'argiles subgréseuses et dures, toujours plus ou moins jaunâtres, avec des grès argileux ou des pséphites intercalés (1).

Les grès sont généralement gris, plus ou moins roux, plus ou moins bleus, les argiles sont jaunes, mais de diverses nuances : jaune-serin, jaune-olive, jaune verdâtre ; quelquefois elles sont bleuâtres, lavées, roses, lie de vin et lilas. Le jaune domine cependant toujours.

C'est le terrain sur lequel est assis le village de *Sabarat*, ainsi que celui des *Bordes*. Il est très uniforme, généralement stérile et peu remarquable par ses accidents. Je n'y ai rencontré d'autres

(1) Ce sont peut-être les véritables grès de Carcassonne. Ils sont ici au sud des calcaires d'eau douce, et si les pséphites de la section B de la série II appartiennent réellement aux mêmes mollasses, les calcaires lacustres sont subordonnés à ces derniers. C'est la supposition la plus rationnelle, puisque ces calcaires s'oblitèrent sur certains points, tandis que les poudingues et les mollasses conservent leur développement habituel.

fossiles que des empreintes végétales indéterminables, dessinées par une teinte de rouille sur les dalles de grès. Ce sont, en général, des feuilles et des tiges minces, striées en long, rappelant des *fucoïdes* ou mieux encore des *graminées*. Vers l'extrémité orientale du département, vers *Camon*, ces empreintes sont et plus variées et mieux conservées ; j'en possède quelques-unes d'assez intéressantes dont je pourrai donner des figures plus tard.

Je crois pouvoir assurer que ce sont ici les grès de Carcassonne. C'est au moins l'avis des ouvriers carriers, que la position stratigraphique des couches est loin de démentir. Ici, cependant, ces grès sont grossiers, friables et peu solides, mais à *Lagarde*, au S.-E. de Mirepoix, déjà ils acquièrent de la solidité et de la finesse dans le grain.

Le tronçon n° 15 est plus intéressant. C'est une double assise de grès gris, parfois roussâtres, plus souvent bleus (1). La première assise, de 40 à 50 mètres de puissance environ, est franchement gréseuse ; les grès sont bleus dans la carrière, rouillés et roussâtres quand ils sont à découvert. Ils sont pyriteux et se délitent. Ils présentent quelques empreintes végétales, les seuls fossiles que j'y aie vus jusqu'ici. Les bancs sont nombreux, souvent séparés entre eux par des lits d'argile grise, bleue ou olive ; leur puissance individuelle moyenne est de 1 à 2 mètres.

La seconde assise est moins homogène (2), mais plus calcaire et plus terreuse, plus roussâtre, pétrie surtout de Nummulites et de coquilles marines, vrai *falun* à peine cimenté. Les espèces y sont variées et nombreuses, et les individus dans chaque espèce multipliés à l'infini. Malheureusement les têts sont pourris et tombent en poussière ; il ne reste que des moules se pénétrant les uns les autres, et d'une substance si peu solide et si grossière qu'ils font le désespoir du collecteur.

---

(1) C'est probablement ici, à la seconde assise au moins, que correspond l'étage supérieur du groupe nummulitique décrit par M. d'Archiac, 2e sér., t. XIV, etc., du *Bull. de la Soc. géol.* Dans cette seconde assise n° 15, on commence à rencontrer des Nummulites avec la plupart des autres espèces citées par M. d'Archiac.

(2) En admettant que ce soit ici le premier représentant du groupe nummulitique de M. d'Archiac dans le département de l'Aude, on peut voir que, malgré l'identité générale des fossiles, l'identité pétrographique et stratigraphique ne se soutient pas. Nous n'avons pas ici des calcaires gris, ni jaunes, ni des poudingues, nous n'avons que des grès bleuâtres, bruns ou roussâtres, plus ou moins calcaires, et des argiles roussâtres ou cendrées accompagnant ces grès.

On trouve dans ces bancs des Cérites de 40 centimètres de long, des Nautiles énormes, des Volutes, des Cônes, des Nérites, le tout de grande dimension, et un très grand nombre d'autres univalves grands et petits. Les bivalves y sont aussi très abondantes. Ce sont des Cardites très grosses et de très grandes Huîtres, des échinodermes, et surtout, ce qu'il y a de plus significatif, des dents de sept ou huit espèces de poissons marins, teintes en noir, mais très bien conservées (1).

Ces grès contiennent aussi beaucoup de Nummulites et d'Alvéolines.

L'ensemble de ces grès est très continu et très constant à travers tout le département. Partant de *Couly*, au bord du ruisseau de *Montbrun* (Haute-Garonne), ils passent au sud de *Campagne*, au sud et tout près du village des *Bordes*, par l'extrémité sud du village de *Sabarat*, à la butte de *Saint-Michel*, où ils affleurent; à *Pepiane*, à *Rapine* où ils traversent la route de Sabarat à *Pailhès;* enfin à *Las Illettes* où, quittant la commune de Sabarat, ils passent dans celle de Paillhès, et traversant le village de *Menai* ou *Tourniac*, il passe dans la commune de Montégut par le col de la Hille. Sur le territoire de cette commune, on les voit affleurer à *Laucasse* et en face de *Baraigné* où ils traversent la route de Pailhès à Saint-Jean. Enfin ils passent par *Loubens*, en longeant le grand chemin; à *Saint-Jean-de-Verges* (au nord du village), à *Villeneuve-du-Bosc*, à *Ventenac*, à *Lieusac* où ils présentent un grand développement et des fossiles bien conservés, au *Sautel es Esclagne;* enfin à *Laroque* et *Leran*, d'où ils se continuent dans l'Aude vers Chalabre (2).

Dans tout cet espace, le facies en est très constant, ainsi que la composition des roches; mais les espèces fossiles varient.

A Sabarat, sur la tranche des couches de la section E, repose un double dépôt d'alluvion dont il serait important d'établir l'ancienneté relative. Le premier est un gravier schisteux, gris bleu, dont les roches mères sont au-dessus de *Riverenert*, et entre la

(1) Ce sont des dents de *Lamna* (2 ou 3 formes), *Oxyrhina*, *Phacodus*, *Phyllodus*, *Ætobasis* (2 ou 3 formes), enfin une espèce dont je n'ai vu nulle part d'autre exemplaire et qui ressemble à un ongle de chat. — J'ai recueilli dans ce même grès des grains de résine fossile d'une odeur balsamique quand on les brûle.

(2) L'identité est ici mise en évidence par la continuité des couches, puisqu'en suivant la même ligne on passe de Lieurac à Montbel et de Montbel à Rouvenac et Esparaza où ce même étage est signalé par M. d'Archiac.

Bastide de Serou et Massat. Il occupe le fond de la vallée et ses flancs jusqu'à une certaine hauteur. Le second est psammitique et roux ; il couvre par places les croupes et les plateaux les plus élevés, même au N., jusqu'au delà de *Casteras*, et descend aussi par places jusque sur le versant S. de la vallée de Sabarat, même assez bas, comme on le voit au plateau de la *Bourguère*, et à celui de *Pepiane* qui ne s'élève pas de 40 mètres au-dessus de l'Arize. On peut voir cette disposition représentée dans la fig. 3, pl. X.

*g* est l'alluvion schisteuse dont les roches mères sont sur le rideau sud de Riverenert; *p*, le dépôt psammitique dont les roches mères sont à Camarade.

La difficulté consiste à savoir si ce dernier dépôt repose sur le premier, ou si c'est le contraire. Le point *pg* pourrait seul décider la question ; mais partout le contact ne m'a présenté qu'un mélange.

Or, en supposant que le dépôt schisteux à éléments arrondis soit inférieur et antérieur, il faudrait admettre que la vallée avait sa forme lorsque le psammite est venu se déposer ; ce psammite anguleux aurait franchi des vallées profondes de 200 et 300 mètres. Il reste donc, ce semble, à conclure que le dépôt psammitique est antérieur, et que la formation de la vallée est synchronique avec le mouvement qui a surélevé le massif de Camarade, ce qui évidemment ne peut concorder qu'avec le dernier soulèvement de la basse chaîne des Pyrénées (1).

*Section* F. — La section F s'étend sur tout le versant sud de la vallée de Sabarat jusqu'à la lisière des bois, et comprend environ 300 mètres. Les terrains qui la constituent sont tous marins, concordent avec les précédents, et consistent en marnes argilo-calcaires gris-cendré, gris bleu et roux, et en calcaires formant des bancs minces, généralement grossiers et tendres. Je la divise en quatre parties désignées par les nos 16, 17, 18, 19.

---

(1) Ici se présente une autre observation. La vallée de l'Arize au Mas-d'Azil est à 286 mètres au-dessus du niveau de la mer, le plateau du Carla-le-Comte à 396 mètres d'après les cotes de la carte de l'état-major. La vallée de l'Arize à Sabarat est donc au moins à 110 mètres au-dessous du plateau du Carla. Or à Sabarat rien cependant ne rappelle le terrain tertiaire moyen du Carla. On ne peut pas dire que les eaux où se sont déposés ces derniers, au Carla, n'ont pas dû en déposer dans la vallée de l'Arize ; donc cette vallée n'existait pas lors du dépôt de ces terrains, et comme cette vallée date du dernier soulèvement des Pyrénées, ce soulèvement a donc affecté les terrains miocènes.

16. Cette première partie consiste en marnes argileuses cendrées, plus ou moins grises, plus ou moins bleues ou olivâtres. Elles renferment en certains endroits des quantités innombrables de Turritelles ; il y a aussi des Nucules, des Natices et des Huîtres. Elle occupe ici, au sud de *Pepiane*, tout le plateau dit du *Vignon*, c'est-à-dire 100 mètres d'étendue. Ces argiles sont plastiques, et sont employées à la fabrication de la poterie et des briques ; elles sont aussi *smectiques* et propres au dégraissage (1).

17. Le n° 17 est une assise de grès de 50 mètres environ ; le grès est grossier, bleuâtre, rouillé, pyriteux, parfois poudingiforme. Il ne m'a présenté jusqu'ici que des empreintes végétales indéterminables.

18. Le tronçon suivant (n° 18) est un alternat plusieurs fois répété d'argiles smectiques, comme ci-dessus (n° 16), et de minces bancs calcaires, fendillés, coquilliers et grossiers, entre lesquels se montrent cinq ou six bancs d'Huîtres très réguliers et très continus, de $0^m,60$ à 1 mètre de puissance, dont les Huîtres sont liées et empâtées en nombre infini, à l'exclusion des autres coquilles. Cet ensemble a 100 mètres de puissance environ. La partie sud comprend une forte assise de calcaires crayeux, divisés en plusieurs bancs où j'ai recueilli de petites *Huîtres plissées* et des moules de Chames. Il y a aussi au nord de ces derniers et vers la partie moyenne de ce tronçon, un banc assez puissant, à très petites Nummulites, et aux environs, ordinairement au sud de celui-ci, un banc à Milliolites.

Le banc à Nummulites varie beaucoup dans le sens de la longueur, c'est-à-dire suivant son parcours de l'O. à l'E. A Sabarat, c'est un calcaire très grossier, gris bleu, presque noir en dedans, jaunâtre en dehors, et pétri de grains verts très fins, de très petites Térébratules, de piquants d'échinides, et surtout d'une quantité innombrable de très petites Nummulites. A l'est de la commune, il est terreux et sans ciment ; au sud de *Menaï*, sous les *Bousigues*, il est rocheux, et plus rocheux encore à l'ouest vers *Campagne*. Il constitue même un calcaire rougeâtre et roux-nankin qui recevrait le poli, et donnerait une espèce de marbre. J'ai recueilli dans ces bancs des fragments d'échinides et des dents de Squales.

Les Nummulites ici sont très minces, tournées en spirale comme

(1) N'est-ce pas ici l'étage nummulitique moyen de M. d'Archiac dans l'Aude ?

les Ammonites, et n'ont guère en général que 2 à 3 millimètres de diamètre (1).

Je possède beaucoup d'autres fossiles de cette région ; mais ne les ayant pas recueillis moi-même pour la plupart, je ne puis assigner leur place précise dans la coupe. Cependant je puis dire que j'ai recueilli des Turritelles et des petits Cérites presque partout. J'en ai qui viennent de *Campagne* et qui sont admirablement conservées. Vers Sabarat, ils sont à l'état de moules. Il y a des Nucules (2) aussi presque partout, des échinides et des Huîtres. L'ensemble des fossiles varie d'un banc à l'autre. Cependant nulle part ces terrains ne sont assez découverts pour qu'on puisse en donner une coupe détaillée rigoureuse ni assigner à chaque banc ses fossiles propres.

19. Enfin le n° 19, qui a une étendue d'environ 70 mètres, occupe l'extrémité sud de ce tronçon. C'est encore un alternat de marnes argileuses, et de calcaires grossiers, fendillés et rouillés, avec des bancs minces de grès roussâtre et grossier, et enfin un ou deux bancs de calcaire blanc jaunâtre, tufacé, qui termine l'ensemble.

Ce dernier banc est très important en ce qu'il forme une excellente ligne de repère, guidant parfaitement l'explorateur à travers tout le territoire de *Sabarat* et plus loin sans doute, bien que je ne l'aie pas suivi hors de cette commune. Ce calcaire est blanc jaunâtre, très caverneux, crayeux, parfois siliceux, traversé en tous sens par des veinules spathiques. Je n'y ai jamais vu de fossiles. Il traverse le territoire de Sabarat au S., à la lisière des bois, et on le voit affleurer de *George* à *Mourillon*, sur une série de points importants qui sont : *Raudouly*, *Serris*, *les Clocotex*, *Gile* ou *Mirabat*, *Monplaisir* et *la Goutte*. On peut le voir traversant la route de Sabarat au Mas-d'Azil, exactement sous *Mirabat* ou *Gile*.

Dans tout l'intervalle limité par ce banc, on trouve des Turritelles, des Cérites, des échinides et surtout des bancs d'Huîtres (3).

*Section G.* — Cette section comprend tout le massif rocheux qui limite au S. la commune de Sabarat ; je la divise en cinq

(1) N'est-ce pas l'*Operculina ammonea* de Couiza dans l'Aude?

(2) Des *Venericardia* ou *Cardita minuta*, des *Trochosmilia*, des *Astrées*, etc., des Nautiles.

(3) Il y a évidemment identité au moins entre les numéros 16, 17, 18, de cette coupe et la série de terrains comprise sous la dénomination d'étage nummulitique moyen par M. d'Archiac dans l'Aude ; l'analogie de composition, l'identité des fossiles, et surtout la parfaite

membres particuliers ou tronçons, sous les nos 20, 21, 22, 23, 24, formant ensemble une étendue d'environ 460 mètres.

La nature de ce massif est calcaire ; c'est un ensemble de trois assises rocheuses alternant avec deux assises terreuses intercalées, et donnant ordinairement lieu à deux vallons étroits, parallèles, appelés *Coumes* dans le pays, et qui sont dans cette section la seule partie du sol qui soit cultivable ; le reste est aride, ordinairement dénudé, et formant ces lignes de rochers blancs, ces crêtes abruptes et déchirées, qui caractérisent cette section à travers tout le département depuis Montbrun (Haute-Garonne), jusqu'à Sainte-Colombe et Rivel (Aude).

Cet aspect orographique est surtout remarquable à la double colline élevée du Plantorel, à la Bastide sur Lers, au-dessus de l'établissement et de la fontaine minérale de Foucirgue, à Illat, à *Roquefort* et à *l'Herm*, à *Arabaux* et *Saint-Jean-de-Verges*, à *Loubens*, *Ayguës-Juntes* et *Montégut*, enfin à *Gabre* et *Sabarat*, à *la double haute colline de la Tentine* et de *la Bouiche*, où a été prise la coupe. La hauteur absolue atteint en cet endroit environ 500 mètres, sinon plus.

20. Le premier membre (n° 20) est une forte assise calcaire (1), précédée d'un ou deux bancs minces d'un grès discontinu, grossier et roussâtre ; le reste est calcaire et se divise en plusieurs bancs pétris de coraux rameux enveloppés dans la masse. Ces calcaires sont tantôt jaunâtres et roux, compactes et durs, tantôt noirâtres ou bleuâtres, et alors ils sont grossiers, fendillés et friables. C'est ce qu'on voit à l'entrée de la gorge du *Cabaret* en montant, à droite de la route. Là ces bancs sont fortement redressés et dépassant la verticale, mais au bas de la colline, sur le bord de l'Arize, on voit l'inclinaison au N. réduite à 40 ou 45 degrés ou moins encore, de sorte qu'on voit une véritable courbure dans la roche. L'ensemble de ces bancs calcaires occupe un espace horizontal de 80 mètres

---

continuité des couches de Montbrun et Sabarat à Esperaza le démontrent. J'éprouve quelque embarras seulement quant au numéro 19 ; je ne sais s'il faut le faire entrer dans cet étage ou dans le suivant ; l'analogie me le fait comprendre dans le même étage que les autres. Il peut s'élever aussi des doutes sur la place du numéro 20, ce qui tiendrait soit à une différence de composition, soit à une différence dans la manière de diviser l'assise, ce qui serait purement local.

(1) Est-ce ici le correspondant de la partie supérieure de l'étage nummulitique inférieur de l'Aude? — Le parallélisme et la continuité si complète pour l'étage précédent ne se présentent plus ici d'une manière si évidente.

environ, et peut avoir 60 mètres de puissance ; et tandis que les nos 18 et 19 de la précédente section forment en général partout la partie cultivée du versant N., de tout ce système, le n° 20 présente une zone presque exclusivement boisée.

21. Le n° 21 est une bande de calcaire feuilleté et terreux, gris cendré, diversement nuancé. C'est la première bande de terrain meuble de tout cet ensemble, ou la première *Coume*, en terme du pays. Il y a un ou deux bancs de calcaire crétacé bleu peu solide et discontinu ; il y a aussi des bancs d'Huîtres qu'on peut voir affleurer dans la gorge du *Cabaret*. Au premier tournant de la route, l'étendue superficielle de cette partie ne dépasse pas 40 mètres. J'y ai recueilli des Nautiles et autres coquilles à l'état de moules.

22. C'est ici (n° 22) proprement le massif montagneux de cette section ; il occupe un espace de 180 à 200 mètres environ et se compose de trois puissantes assises qui sont distinctes surtout par leur teinte (*a*,*b*,*c*). L'ensemble forme un tout bien uni dont les parties qui se succèdent sans interruption sont parfaitement concordantes. Tous les bancs y sont fortement relevés, et sous le même angle (60 à 70 degrés).

(*a*) La première assise consiste en sept à huit bancs successifs d'un calcaire compacte gris bleu. Les bancs sont puissants, les joints en sont à peine marqués. Ils sont pétris de corps orbiculaires, que je suppose être des foraminifères microscopiques.

(*b*) La seconde assise se compose de deux ou trois bancs puissants de calcaire blanc à peine jauni, dur, compacte, subgrenu, semi-cristallin, assez fendillé : on y voit en certains endroits, une quantité prodigieuse de ces corps microscopiques, que je suppose être des foraminifères. En tout environ 50 mètres.

(*c*) La dernière assise est un ensemble de calcaires gris brun ou bleu, de texture et de consistance plus variées, plus grossières, plus terreuses et hétérogènes. On voit dans certains bancs des coraux branchus, empâtés. D'autres bancs ont des Échinides, des Huîtres et quelques autres coquilles. Certains de ces bancs présentent des calcaires compactes et durs, d'autres sont glanduleux, se délitent et tendent à se réduire en gros rognons sphéroïdes. Ce dernier ensemble peut avoir 70 à 80 mètres.

23. Le n° 23 est la seconde assise terreuse mentionnée plus haut, et comme la précédente, elle est généralement marquée par une dépression. C'est aussi ce qu'on appelle la seconde *Coume*. Cette assise passe à quelques mètres au N. de la métairie du Peyré, et vers l'extrémité S. de la gorge du *Cabaret*, on la voit courir vers

l'O., à partir de la grande route. C'est une assise de calcaire argileux jaunâtre, parfois brun, charbonneux et schistoïde, de 30 mètres de largeur environ, se terminant au S. par un lit assez puissant d'argile marneuse colorée ordinairement en rose ou en rouge. Je n'y ai point vu de fossiles ; elle forme une bande longitudinale sur le sommet du massif, la seule livrée à la culture.

24. Enfin le n° 24, le dernier de cette troisième série et de la section G, est une puissante assise calcaire terminant tout l'ensemble, et en même temps le système montagneux qui nous occupe. C'est, géologiquement parlant, le calcaire le plus inférieur de toute la coupe. Il est blanc jaunâtre, rosé, passant au cendré : dur, cassant, fendillé, mais compacte et céroïde. Il se divise en un petit nombre de bancs très puissants, recoupés par des filons de calcaire cristallin blanchâtre. Cette assise, d'ordinaire fortement relevée, est aussi ordinairement saillante et, dominant le reste de la formation au N. et au S., elle donne lieu à une longue chaîne de rochers blancs, crénelés, en surplomb du côté du S., que l'on peut remarquer surtout, à Sabarat au *Pas d'el roc* entre *Aygues*, *Juntes* et *Montegut*, et en bien d'autres endroits d'un bout du département à l'autre (1).

Sa limite S. est un banc de coraux silicifiés qui la suit partout et un autre banc d'un calcaire blanc jaunâtre, tufacé et terreux, contenant parfois du lignite terreux et compacte.

## Série IV.

Cette série est toute comprise dans le territoire du Mas-d'Azil, dont la limite nord se trouve à peu près au milieu de l'assise calcaire n° 24.

Ici j'abandonne la ligne suivie jusqu'à présent du N. au S., en travers de la commune de Sabarat, et je vais reprendre la suite de ma coupe, à environ trois kilomètres à l'O., entre Fargues et le Mesplé, afin de pouvoir la mener par le Mas et le massif si remarquable de la grotte. Il ne peut y avoir d'autre inconvénient à cette marche qu'une erreur topographique qu'on pourra toujours évi-

(1) C'est entre Sainte-Colombe et Villac que cette chaîne rocheuse entre dans l'Aude, après avoir formé la haute colline de Plantorel au S. de la Bastide. C'est sans doute celle de Reunac ; toutefois je ne puis plus faire concorder cette direction et les autres indiquées par M. d'Archiac ; il paraît que de ce côté il y a des accidents particuliers au milieu desquels je ne puis plus me reconnaître.

ter lorsqu'on en est averti. Cette série, partant du Mesplé au N. et du calcaire ci-dessus, se termine au pont du Mas-d'Azil en passant par Brusquette. Elle comprend un kilomètre en étendue horizontale environ, et ne renferme que des grès et des argiles. Je la divise en trois sections H, I, J, que je vais décrire.

*Section* H. — Cette section, qui s'étend du Mesplé jusqu'au col de Brusquette (au N.) sur 530 mètres environ, consiste en un ensemble d'argiles colorées et de grès alternant plusieurs fois, et que je divise en cinq assises principales, comprenant chaque assise de grès dans celle d'argile qui la recouvre. Ces cinq assises ou tronçons se trouvent indiqués sous les nos 25, 26, 27, 28 et 29 dans la coupe (1).

La première assise (n° 25) présente d'abord un alternat de marnes argileuses, roses, rouges, cuivrées, grises, bleuâtres, verdâtres et de grès olive et roussâtre. Les argiles sont meubles et les grès feuilletés. Il en est ainsi sur 100 mètres environ. Ensuite vient un banc épais (de 50 mètres environ) d'une argile rouge et violette, dure, sèche et imperméable. La partie rouge qui est la première qu'on rencontre, et qui fait à elle seule la moitié de l'épaisseur du banc, est aussi plus perméable et moins sèche. L'ensemble de ces deux bancs est très constant et forme un excellent horizon; enfin viennent des argiles roses mêlées de grès, et la première assise de grès proprement dite.

Cette assise se subdivise en plusieurs bancs de 1 à 2 mètres d'épaisseur. Ils sont solides, compactes, à grain homogène, et se divisent naturellement en gros blocs presque équarris; leur teinte est le vert olive et le gris; le grain en est siliceux et le ciment calcaire. Tous les grès de cet ensemble présentent à leur surface des vermiculations en relief et en creux; j'y ai recueilli des ossements brisés, imprégnés d'hydrate et de phospate de fer, et, ce qui est plus remarquable, une dent et des pièces tégumentaires de crocodile.

L'assise n° 26 est moins puissante que la précédente. Les argiles y sont plus meubles, plus ternes et plus marneuses, et le banc de grès qui y est associé moins puissant. La nature cependant est la même; on trouve les mêmes vermiculations à leur surface, et les mêmes fragments d'ossements.

Ici les argilo-marnes sont plus rosées; elles sont pareillement

(1) C'est ici évidemment le groupe d'Alet de M. d'Archiac, comme vont le prouver tous les détails qui suivent.

meubles. Les grès y sont toujours de même nature et présentent les mêmes accidents (1).

Dans le n° 28, les argiles toujours meubles et perméables sont plus ternes, et généralement jaunes et vert glauque; les grès de même nature sont plus puissants que ceux du n° 27.

Enfin, dans l'assise n° 29, qui termine la section, les argiles toujours marneuses ont des teintes assez vives, roux, et rouge cuivré, avec d'autres nuances moins importantes. L'assise gréseuse est aussi une des plus puissantes; les bancs nombreux d'ailleurs y sont très distincts. On y trouve toujours des plaques tégumentaires de reptiles et des ossements toujours frustes, brisés et roulés, ce qu'on observe dans tous les membres de cette section.

*Section* I. — Cette section n'a qu'environ 350 mètres d'étendue, et comprend le mamelon de Brusquette seulement. Elle consiste encore en un ensemble de grès et d'argiles colorées. Je la subdivise en trois assises principales sous les n^os^ 30, 31, 32.

La première de ces trois assises occupe tout le col au nord de Brusquette sur environ 150 mètres, et, quoiqu'elle contienne encore quelques bancs de grès roux et grossiers, la puissance relative de ces grès est si peu considérable que je n'ai pas cru devoir les représenter dans le dessin, bien qu'ils contiennent des ossements comme les autres.

Les argiles sont meubles, grasses et fortement colorées en rose, en vert glauque, rouge, roux et en violet. Elles sont aussi parfois sableuses, et c'est surtout à l'approche des feuillets de grès. Les plus voisines de l'habitation de Brusquette sont sableuses, de teinte rouille sombre et enfumée.

Le n° 31 correspond à l'habitation de Brusquette; il se compose d'une assise d'argile sableuse généralement roussâtre entre deux assises de grès.

La nature de ces grès est très différente de celle des grès de la section précédente. Ils sont toujours siliceux, se délitant et peu solides; le ciment calcaire a presque disparu. Pour la teinte, ils sont blancs ou gris à l'intérieur des assises, mais rouillés sur une épaisseur considérable et presque enfumés.

On trouve beaucoup d'ossements dans ces grès et même de dimensions considérables, toujours imprégnés de phosphate de fer

(1) Vers Gabre, ce banc se montre rempli de coquilles univalves et bivalves très bien conservées, entre lesquelles j'ai recueilli une très petite Cardite et un très petit Pectoncle.

ou de limonite, mais toujours brisés, roulés et trop frustes pour être déterminés. Je possède cependant une dent de reptile trouvée dans ce même grès, laquelle me paraît ne pouvoir être rapportée qu'au genre *Dragone*. Elle a toute la forme d'une petite aveline; elle a été recueillie à l'entrée du village de Gabre, situé sur les mêmes bancs à environ 4 kilomètres vers l'E.

Enfin, ce qu'il y a sans doute de plus remarquable, ce sont des fragments de coquilles d'œufs de très grandes dimensions. J'avais d'abord pensé que ce pourrait être des plaques tégumentaires de reptiles, mais leur épaisseur partout égale entre deux surfaces parfaitement parallèles, leur structure fibreuse, normalement aux surfaces, et surtout leur courbure si régulière, me font définitivement penser que ce sont des coquilles d'œuf énormes, ayant eu un volume égal à quatre fois au moins celui des œufs d'autruches (1). Leur surface convexe est granulée comme une écorce d'orange. Le grand développement de la courbure, et partant celui du volume qui en résulte, est la seule raison qui me fait naître quelque doute; tous les autres caractères, surtout l'épaisseur partout égale (environ 2 millimètres), rappelle celle des coquilles d'œuf. Malheureusement je possède de trop petits fragments pour prétendre dès à présent à une démonstration rigoureuse, mais je ne désespère pas d'en recueillir encore d'autres dans le même lieu.

Le n° 32 terminant la section est une couche puissante de marne colorée principalement en violet. Elle est très continue, très constante, et forme une excellente ligne de repère pour se guider dans l'étude de ces terrains.

Cette marne affleure sur la grande route, au haut de la côte en face du *Mas*. Elle est grasse et friable, d'un violet intense, passant au lilas terne, et même au gris cendré sur les côtés. Elle occupe tout le col. Comme elle est meuble et friable à l'E., on l'exploite pour l'amendement des terres sablonneuses, à Radalenque où elle affleure.

---

(1) Je n'ai pu mesurer le rayon de courbure que grossièrement et je dois regarder le résultat comme douteux; ce rayon, mesuré sur les cinq côtés d'une pièce pentagonale de un pouce carré, s'est toujours trouvé d'environ 18 centimètres. Y a-t-il des Tortues ou des Tatous qui aient des carapaces de la nature de ces fragments? Je ne puis le vérifier; quant à la supposition d'un fragment de Trionix, elle ne me paraît pas invraisemblable.

Les personnes les plus compétentes à l'examen desquelles ces fragments ont été soumis n'ont pas confirmé la supposition de l'auteur.

(*D'Archiac.*)

*Section* J. — C'est la dernière section de cette série et de tout l'ensemble des terrains qui nous ont occupé jusqu'ici ; elle n'a en tout qu'un développement d'environ 200 mètres, et se termine au lit de l'Arize, au pont du Mas-d'Azil. Au sud de ce point jusqu'à Gouzy, la série V n'est que la répétition, couche par couche, des deux séries précédentes, depuis le n° 34 jusqu'au n° 22.

Il y a en effet, sur la verticale du point J, une courbure en voûte de tout le système, avec une rupture atteignant le n° 33, tandis qu'il y a une courbure en gouttière au point 2G3.

Je divise cette section en deux assises (n$^{os}$ 33 et 34) dont la dernière est ici représentée par un lambeau souterrain, parce qu'elle n'affleure qu'à *Rieumajou*, à environ 2 kilomètres à l'est du point où passe la coupe.

Le n° 33 représente une puissante assise de grès, avec quelques lits minces et discontinus d'argiles marneuses cendrées ou rousses ; seulement les grès dans la partie moyenne se réduisent en une terre sableuse, à cause du peu de ciment.

Ces grès sont blancs, fins, siliceux, avec peu ou point de ciment calcaire ; ils sont souvent pyriteux, d'où il arrive qu'ils se rouillent et se délitent facilement. On voit ces grès former des escarpements à *Capens*, *Castagnès*, *Rieumajou* et *Millade*, sur les bords de l'Arize et du ruisseau de Gabre, un de ses affluents. Il n'y a rien de remarquable dans ces grès, si ce n'est leur épaisseur qui certainement dépasse 100 mètres (1). Ils contiennent des galets de quartz blanc arrondis et polis, et des pyrites qui rendent la pierre gelive et bonne seulement comme pierre *réfractaire*, mais très défectueuse comme pierre de construction et d'appareil. On y a trouvé des fragments d'os, quelques feuillets de lignite, et des fragments de bois convertis en pyrite et en hydrate de fer.

Enfin le n° 34 indique une assise importante qui présente ici un intérêt spécial. C'est un ensemble de grès bleus micacés et pyriteux, et d'argiles sableuses et roussâtres, recouvrant une couche d'argile noire, ligniteuse, à coquilles marines, qui peut-être seront la donnée la plus précieuse pour la classification de ces terrains.

Pour observer ce dernier terme de la série, il faut se transporter au confluent du ruisseau de Gabre et de l'Arize à *Castagnès*, à 2 kilomètres environ à l'est du Mas-d'Azil. On commence à le voir dans le lit du ruisseau et en remontant ce dernier, surtout à l'ancienne exploitation d'alun de M. Delpech, à environ 500 mètres

(1) Si cette épaisseur est exagérée, elle l'est peu.

plus haut; car ce ruisseau coule exactement dans la fente qui a amené cette couche au jour.

Ces argiles ligniteuses et bitumineuses ont été autrefois exploitées par une fabrique d'alun. On les entassait sur des fagots allumés, et elles continuaient à brûler en se chargeant de sulfate d'alumine par la décomposition des pyrites, accompagnée aussi de production de vitriol le long des soupiraux et de cristaux aciculaires de soufre. Aujourd'hui cet établissement est abandonné; mais les travaux exécutés n'en ont pas moins été utiles pour le géologue, en lui permettant d'étudier de plus près la couche ligniteuse et celles qui l'avoisinent.

Voici, de haut en bas, la succession des bancs:

1° Grès supérieurs solides, à grain fin, blanc jaunâtre;

2° Grès micacé ou psammite bleu pyriteux;

3° Argiles feuilletées avec lignite brun violacé ou roussâtre et noir, avec argile cendrée et grès bleu alternant plusieurs fois;

4° Grès bleu micacé, avec bois pyritisé et empreintes végétales;

5° Enfin argile noire avec des grains de bitume, des veines de jayet, des coquilles marines et peut-être aussi d'eau douce.

L'ensemble, dont la partie ligniteuse occupe le fond, peut présenter en tout une coupe verticale de 30 mètres environ; chacun des bancs de lignite, bien qu'inégaux, irréguliers et discontinus, peut avoir en moyenne environ 1 mètre de puissance. Les relations de ces argiles avec les grès encaissants sont représentées dans les deux coupes 4 et 5, pl. X. Les couches désignées par *g* sont du grès; celles désignées par *a*, les argiles à lignites.

Les coquilles sont très difficiles à détacher; leur test est pourri, et l'argile qui les contient très dure et très tenace. On ne les voit d'ordinaire que très incomplétement et d'un seul côté. Je crois y avoir reconnu cependant des Pholadomyes (1) et des Cyclades. Les autres sont peut-être des *Unio* et des Anodontes; elles me sont beaucoup moins connues (2).

Il y a aussi des empreintes végétales.

Ces couches charbonneuses n'affleurent ici que sur un espace ayant de l'E. à l'O. environ 1200 à 1300 mètres. On les voit de part et d'autre de la petite vallée où coule le ruisseau de *Gabre*

---

(1) Ou mieux *Cardita minuta?* jusqu'ici il m'a été impossible de voir une seule de ces coquilles dans son entier.

(2) Nous n'avons reconnu, parmi les échantillons que M. Pouech nous a envoyés provenant de cette couche, aucun fossile appartenant à l'un de ces quatre genres. (*D'Archiac.*)

dont elles occupent le fond. Leur apparition est due à une surélévation de l'ensemble de tous les terrains en ce point ; car, à partir de là, on voit les couches plonger non-seulement au N. et au S., mais encore, quoique bien plus faiblement, à l'E. et à l'O. La figure 6 est une coupe du N. au S. par le travers du vallon et de *Marionne* à *Millade;* la figure 7, une coupe de l'E. à l'O. et suivant l'axe du vallon, de *Millade* à *Castagnès;* la figure 8 est une vue en plan, représentant les bords de la couche charbonneuse s'enfonçant de toutes parts sous les grès.

### Série V.

Cette série, comme on voit, s'étend du pont du Mas-d'Azil à Gouzy sur 3200 mètres environ, et reproduit banc par banc tous les terrains de la série IV, et une partie de ceux de la série III courbés en bassin sous le massif de la Grotte.

On conçoit que je m'abstienne de tout détail stratigraphique touchant ce massif représenté dans la coupe générale et dans la figure 9 ci-après ; aussi ne sera-t-il question ici que des seuls accidents orographiques et géologiques.

C'est sur la pente anticlinale de la section I que le Mas-d'Azil se trouve assis et sur une partie de celle de la section H ; c'est à l'extrémité sud du faubourg méridional qu'on voit affleurer, sur le bord du chemin, la marne violette n° 25 ; et, entre ce point et le moulin de *Baudet*, l'ensemble des marnes et des grès qui la séparent du grand calcaire n° 24. Ce calcaire passe exactement par le moulin de *Baudet*, et forme, en se repliant tout autour du bassin du *Mas-d'Azil*, le couronnement d'un vaste amphithéâtre dont les bancs de grès sous-jacents constitueraient les gradins.

*Plan du bassin du Mas-d'Azil*, pl. X, fig. 9.

Le reste de la section G est représenté au-dessus de ce calcaire dans le plateau rocheux de Lesse ou de la Grotte jusqu'au membre (*b* 1) n° 22. Les n°s 21 et suivants, en rétrogradant jusqu'au n° 15, sont représentés à l'O. dans le bassin de Camarade, où le niveau de tous les terrains de la série III s'abaisse d'une manière extraordinaire. Ici (Lesse) ou la masse rocheuse se trouve surélevée et relativement fort étroite, ou bien ces membres n'ont jamais existé, ou ils ont été enlevés par dénudation.

Quoi qu'il en soit, on peut voir, par le petit plan ci-joint (Pl. X, fig. 9), la disposition des diverses parties de cette formation calcaire

et de la formation gréseuse sous-jacente dans le bassin si intéressant du Mas-d'Azil.

Le massif de Lesse ou de la Grotte est donc un lambeau détaché de la masse calcaire principale dont la souche pour ainsi dire reste au N. La question importante serait de savoir si c'est par suite d'une rupture ou comme résultat de la disposition première qu'il en est ainsi. Ce qu'il y a de certain, c'est que le bord septentrional de ce lambeau plonge en sens inverse de la ligne rocheuse correspondante du *Peyré* et de *Fargues* qui traverse sans interruption le département d'un bout à l'autre ; que les deux bords en sont très rapprochés au nord-ouest du Mas-d'Azil, à *Moncalvetch*, entre *Lasserre* (la Serre) et *Lafaye*, où se trouve le point culminant de toute la contrée (572 mètres) ; que là, enfin, toute la formation sous-jacente se trouve courbée en voûte jusqu'à la marne violette n° 25, comme on le voit dans la coupe pl. X, fig. 10.

Cependant à l'est du Mas-d'Azil, entre *Caoué* et le *Mesplé*, la distance des bords est très considérable, et l'on ne voit pas dans le bassin les nombreux débris qu'une couche calcaire ainsi rompue aurait dû y laisser. A Caoué seulement, on voit un de ces débris ; c'est un lambeau renversé sur les grès et évidemment descendu de la crête qui domine au S. ; mais, bien que ce lambeau soit considérable en lui-même, il est certainement insuffisant pour témoigner de la rupture violente d'une couche rocheuse continue et épaisse, large de 4 kilomètres, dont il serait le seul et unique représentant. Comme on le voit sur le plan, le bord septentrional du lambeau de la Grotte se prolonge à l'E. par Caoué jusqu'à la *Coste*, et les têtes des bancs de la formation inférieure l'accompagnent. A la Coste, extrémité de ce promontoire, le bord de ce plateau tourne autour du plateau de Lesse, et les bords des bancs de la formation gréso-argileuse inférieure tournent avec lui, pour former le bord sud d'une langue isolée, parallèle à la masse principale qui conserve invariablement sa position et sa direction.

Ce lambeau isolé s'étend vers l'O., en passant par *Camarade* et *Montardit*, jusque dans la Haute-Garonne, et sa limite sud partant de la *Coste* (Mas-d'Azil), passe par *Albecth* (*ibid.*), le *Peyret*, *Roquebrune* (*ibid.*), Maury et Rieubach (*ibid.*), où elle forme, le long de la route de Saint-Girons, une crête saillante remarquable, se replie à droite vers *Raynaude* (Mas-d'Azil), pour gagner Camarade par le *Tussuil*, le *Langoust*, *Boubiela*, la *Vielle* ; enfin, au flanc sud du *col des Moulis*, d'où, au sud de *Gorry* et de *Chalé*, elle gagne *Mauvesin*. De *Montardit*, elle m'a paru courir vers *Tourtouse*, *Fabas* et *Cerizols*, bien que je ne l'aie suivie que

jusqu'à la neuvième borne kilométrique de la route de Sainte-Croix à Saint-Girons.

La limite nord, au contraire, partant de *Montcalvetch* (Mas-d'Azil), se prolonge au nord par *Lafaye* (*ibid.*), presque en droite ligne par *Brillaud* et *Commenge*, jusqu'au bord septentrional du *col des Moulis* (Camarade), formant ainsi les hauts rochers de la Quère, limite commune entre *Camarade* et *Montfa;* de là elle passe vers *Mérigon* par *Sarrot*, *Vingt-Neuf*, *la Bariesse*, *Drian*, et l'on peut voir cette limite représentée par une ligne de rochers plongeant au S., près du petit pont qui se trouve non loin de l'embranchement du chemin de *Mérigon* avec la route de *Saint-Girons* à *Sainte-Croix;* de là aussi elle paraît se diriger vers le bassin de *Tourtouse*, en se tenant au nord de la précédente.

Quant au bord terminal de la masse principale, il part du col même de *Lasserre* (la Serre), descend à Montbrun, en formant la limite des communes de Montfa et de Campagne, va former le sommet de la côte qui couvre au N. Sainte-Croix et sépare la vallée du *Volp* de celle de l'Arize. A l'E., il passe, comme il a été dit, entre *Sabarrat* et le *Mas*, entre *Pailhès* et *Gubre*, entre *Montégut* et *Aygues-Juntes*, *Baulou*, *Loubens*, *Saint-Jean-de-Verges* et *Arabaux*, constituant partout une crête continue de rochers dénudés, et servant aussi partout de limite naturelle entre les territoires de ces diverses communes. De ce dernier point, en se dirigeant par l'*Herm*, il passe entre *Roquefort* et le *Carla*, par *Illat* et *Dreuilhe*, à la *Bastide-sur-Lers* (l'Hers), et par *Aiguilhanes* et *Vilhac* vers *Puyvert* dans le département de l'Aude. Je puis me tromper peut-être un peu quant à cette direction extrême, mes observations *de visu* ne s'étendant que jusqu'à *Aiguilhanes*.

Il y a aussi, vers la partie orientale, un autre lambeau méridional isolé qui donne lieu à un double chaînon à couches anticlinales; ici seulement le bord sud plonge de manière à n'être plus visible. Ce chaînon de second ordre prend naissance à *Illat*, passe par *Raissac* et *Lavelanet* où son inclinaison S. est très sensible; de là, se continuant entre *Dreuilhe* et *Saint-Jean*, il passe à l'*Aiguillon* et à *Belesta* qui est au S., puis laissant au N. *Aiguilhanes* et *Villac*, il franchit le col à l'est de *Belesta* pour entrer dans l'Aude (1) par *Nebias* et *Brenac*. L'ensemble de ces deux chaînons donne la coupe représentée pl. X, fig. 11.

---

(1) C'est bien ici le chaînon indiqué comme type du groupe nummulitique inférieur par M. d'Archiac (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. XIV, p. 477).

La comparaison des relations du chaînon méridional et des terrains contigus dans le bassin de Belesta avec celles qu'il a avec les terrains adjacents au sud du Mas-d'Azil serait un sujet très intéressant. Il y a de très grandes différences qui pourront être l'objet d'une communication subséquente. En ce moment, poursuivant mon sujet, j'ajouterai quelques détails relatifs à la grotte du Mas-d'Azil dont l'existence et les conditions sont étroitement liées avec les caractères orographiques de la contrée.

Comme on le voit dans la coupe générale (pl. IX), le massif calcaire, ou plutôt la plaque rocheuse de Lesse, a subi un plissement en forme de bassin dont l'axe est dirigé de l'O. à l'E., et les redressements sont par conséquent au N. et au S. Ce premier mouvement a donné lieu, dans la direction O., E., à une première rupture qui se prolonge à l'E. sous le massif, et qui constitue les ouvertures latérales ou les cavités intérieures de la grotte ; mais il y a eu aussi une rupture du N. au S. dans tout le massif qui a occasionné la grande excavation ou la grotte proprement dite, dans laquelle l'Arize a pris son cours dès le commencement, et où l'on fait passer aujourd'hui la grande route qui jusqu'ici avait été établie en rampe rapide sur le flanc de la colline. A l'intérieur, on voit les bancs de roche se relever non-seulement au N. et au S., mais aussi à l'O. et à l'E. De ce côté même, le redressement est au moins de 10 à 15 degrés, ce qui, combiné avec l'angle que le massif occidental fait avec l'horizon en sens opposé, donne une flexion totale de 20 à 30 degrés, flexion à laquelle une assise rocheuse, épaisse de 150 mètres au moins, n'a pas pu se prêter sans se rompre ; aussi voit-on de nombreuses et violentes brisures de toutes parts dans cette vaste cavité, ruptures qui l'ont ouverte d'un seul coup, et dans laquelle le cours d'eau qui s'y est jeté aussitôt n'a trouvé que très peu à faire pour se frayer un passage. Une description détaillée de cette immense grotte, avec des coupes, des plans et des élévations, serait fort intéressante et pourra peut-être faire l'objet d'une communication ultérieure. Je dirai seulement ici que c'est exclusivement dans la partie (C 1) du n° 22 que toutes les cavités se trouvent creusées. Des fossiles importants y ont été rencontrés, en particulier des ossements d'Ours à museau très court et très relevé, et à front très bombé, une molaire d'*Elephas primigenius*, et quelques autres ossements frustes de fortes dimensions qui proviennnt peut-être d'Hippopotames.

La bande des terrains argilo-gréseux sous-jacents accompagne partout le calcaire, et ce qu'il y a de remarquable, c'est que partout cette bande présente des ossements, surtout dans les grès.

J'en ai de *Loubens*, de *Gabre*, de *Sainte-Croix* où ils sont blancs et bien conservés. Je crois y avoir trouvé une omoplate assez grande, mais trop fruste pour qu'on puisse en déterminer l'espèce. Ce qu'il faut noter encore au sujet de cette formation, c'est que nous atteignons ici sa limite sud où règne aussi la couche à lignites qui termine la série. Cette couche affleure d'une manière presque continue à travers la partie sud de la commune du Más-d'Azil et de celle de Gabre, toujours avec la même composition et les mêmes fossiles.

La bande gréseuse que cette couche termine varie beaucoup d'étendue et de direction, comme on a pu en juger d'après le plan partiel (pl. X, fig. 9). Elle s'étend et elle se rétrécit, se découpe et se bifurque. Son étendue maximum est à *Gabre* où le calcaire cesse de la recouvrir déjà dès l'extrême limite nord de la commune ; son étendue superficielle atteint là 2 kilomètres et demi au moins, et elle y présente en entier le double plissement en voûte et en creux que nous avons signalé dans la commune du Mas-d'Azil, et comme le représente la coupe.

L'étendue superficielle de ces grès est aussi très grande à Sainte-Croix et à Montbrun (Haute-Garonne); mais elle y forme deux bandes séparées et parallèles, dont l'une, celle de *Montbrun*, vient du *Mas-d'Azil* par *Montfa*, et l'autre celle de Lasserre au sud (1) de Sainte-Croix par Montardit, Mauvesin et Camarade, où elle atteint une altitude de 750 mètres au moins, et où elle a été fortement altérée et modifiée par les ophites. C'est à la limite sud de cette formation que se trouvent les sources salines et les argiles salifères de Camarade.

## Série VI.

Il me reste peu de chose à dire touchant cette série que je place ici comme limite de ma coupe; elle se compose d'un ensemble d'argiles et de psammites bruns se terminant à une puissante assise de poudingues. J'indique seulement deux sections K et L.

*Section* K. — Cette section se compose d'argiles grises et feuilletées, cendrées, roussâtres et rouillées, plus ou moins sombres, avec des géodes creuses de limonite ou pierres d'aigle, des bancs de psammite brun très schistoïde. L'argile est exploitée pour les briques, et le psammite fournit des pierres à aiguiser. Les fossiles

(1) Lasserre est ici une section de la commune de Montardit, canton de Sainte-Croix.

y sont rares ; j'y ai seulement rencontré un Spatangue et quelques empreintes végétales indiscernables, peut-être des Fucoïdes (1).

Ces argiles et ces psammites sont fréquemment altérés par les *ophites*. Dans le voisinage de ces dernières, les argiles deviennent noires, fendillées, sèches et dures, comme de vrais schistes argileux, imitant parfois les ardoises ; les psammites, de leur côté, ont été durcis et rendus compactes, en conservant généralement leur teinte brune.

*Section* L. — La section L, que je ne fais que signaler ici comme le terme du présent travail, est un grand ensemble de lits de poudingues, à éléments calcaires assez gros, avec des galets de quartzite blanc, de phtanite noir et violet, et surtout de grès rouge et d'ophite.

Je crois qu'il y a une petite discordance de stratification entre les terrains de cette série et les précédents, ceux de la série VI étant plus fortement inclinés au N. ; mais je n'ai pas là-dessus d'observation assez précise, et je réserve, pour une communication subséquente, des détails sur ce point.

*Résumé.* — Il résulte évidemment des détails précédents et de l'inspection de la coupe : 1° que les terrains lacustres de Sabarat concordent avec les terrains marins à Nummulites de cette même localité, et de plus avec ceux du bassin du Mas-d'Azil jusqu'à la couche à lignites inclusivement ; qu'ils ont subi les mêmes dislocations, et qu'ils sont dus à la même période géologique ;

2° Qu'il n'y a pas d'autre intermédiaire entre la craie, ou ce que les maîtres de la science nous donnent pour tel, et les couches miocènes.

3° Enfin qu'entre ces terrains et ceux décrits par M. d'Archiac sous la dénomination de terrains tertiaires inférieurs dans le département de l'Aude, non-seulement l'analogie de composition, mais encore la liaison stratigraphique est évidente.

4° Je crois pouvoir ajouter, d'après la note consignée page 393, que le dernier mouvement qui a donné aux Pyrénées leur relief définitif est celui qui a émergé les couches miocènes.

M. Grüner présente à la Société sa description géologique et minéralogique du département de la Loire, avec la carte de ce département.

---

(1) N'y a-t-il pas la plus parfaite analogie de nature et de position entre les terrains de cette section et le premier étage crétacé de M. d'Archiac dans l'Aude ?

*Note concernant la carte et la description géologique du département de la Loire*, par M. Grüner.

Le travail dont j'ai l'honneur d'offrir un exemplaire à la Société comprend la description géologique détaillée des divers terrains dont se compose le département de la Loire, moins toutefois celle du bassin houiller, qui formera à lui seul la matière d'un deuxième volume avec atlas spécial.

Qu'il me soit permis de communiquer à la Société quelques-uns des résultats généraux auxquels m'a conduit l'étude des terrains du Forez et des parties voisines du plateau central.

Mais d'abord je dois dire pour quel motif le volume porte la date de 1857, tandis qu'il sort des dépôts de l'imprimerie impériale depuis peu de semaines seulement. L'impression du texte est bien réellement achevée depuis la fin de l'année 1857. La gravure seule de l'atlas et la perte successive de plusieurs épreuves sont cause du retard (1).

Le département de la Loire est un exemple frappant des rapports qui lient la configuration de la surface du sol à sa constitution géologique. La carte orographique qui accompagne le texte est destinée à rendre ces relations plus apparentes. En la comparant à la carte géologique proprement dite, on voit de suite que les régions montagneuses du Forez appartiennent aux terrains anté-siluriens, les plateaux moins élevés de Saint-Étienne et du Roannais aux terrains paléozoïques, enfin les plaines du Forez et du Roannais aux dépôts tertiaires. — Quant aux terrains secondaires, ils constituent exclusivement l'étroite zone qui raccorde la plaine de Roanne aux plateaux voisins.

Le terrain le plus ancien du Forez, et en général du centre de la France, se compose de gneiss, passant au granite schisteux à la base, au micaschiste ou stéaschiste à rognons siliceux vers le haut. — Le granite schisteux est à deux micas (blanc et brun), comme la roche analogue des Vosges, si bien décrite par M. Delesse (*Ann. des mines*, 5e série, t. III, p. 387), tandis que le granite éruptif, de date plus récente, renferme uniquement du mica brun et affecte seul, sur certains points, la forme porphyroïde.

Le micaschiste et le gneiss sont, comme partout ailleurs, dé-

(1) A la page XI de l'avant-propos, je dois signaler une faute d'impression assez grave : à la ligne 12e, lisez E. 15° S. au lieu de S. 15° O.

pourvus de fossiles; mais on y rencontre çà et là des veinules charbonneuses passant au graphite.

Les strates du terrain sont généralement orientées, dans toute la partie orientale du plateau central, sur N. 15° à 30° E. — Le plissement, auquel est due cette direction si constante, se manifeste, en outre, par de nombreuses crêtes ou arêtes, courant également du S.-S.-O. au N.-N.-E, ainsi qu'il est facile de s'en convaincre en jetant un coup d'œil sur la carte orographique jointe au volume, ou sur la carte géologique plus grande de l'atlas.

Le granite *éruptif* a soulevé, traversé et parfois complétement *disloqué* le terrain de gneiss (Pilat et montagnes du Forez). Ce granite affecte des apparences variées, mais possède toujours les caractères généraux que M. Delesse attribue au granite des Ballons. Habituellement il est à grains moyens, mais passe tour à tour au granite porphyroïde ou au granite à grains fins. Ailleurs il se charge de lamelles amphiboliques et passe ainsi au granite syénitique. Toutefois, je crois avoir démontré que ces nombreuses variétés appartiennent réellement à une seule période éruptive, de même que les diverses sortes de trachyte, qui se sont successivement fait jour dans les contrées volcaniques, appartiennent également à une période géologique unique d'une certaine durée.

Je crois aussi avoir établi que l'apparition du granite éruptif coïncide avec la première ébauche du plateau central; qu'il faut attribuer à sa sortie l'orientation normale du terrain de gneiss et son état métamorphique si prononcé; que l'éruption granitique s'accorde, par son âge et sa direction, avec le système du Longmynd, et semble ouvrir, comme lui, la période silurienne. Ce n'est pas le lieu de reproduire ici la série des preuves sur lesquelles je m'appuie; je signalerai seulement la tendance des granites du plateau central à constituer une série de zones ou bandes, toutes orientées comme le gneiss du S.-S.-O. ou N.-N.-E. On peut citer en particulier la longue zone granitique, presque continue, qui va du Vigan à Cluny, et ce fait, certainement remarquable, que l'axe principal du plateau central, allant de Carcassonne à Semur, est précisément orienté de même (N. 18° à 20° E.).

Il faut en outre remarquer que le gneiss et le micaschiste furent nécessairement soulevés, antérieurement au dépôt du terrain silurien, puisqu'ils ne sont nulle part couverts par lui dans le centre de la France. Or, si ce soulèvement était antérieur à l'apparition des granites, ses strates devraient en porter les traces et ne pas affecter presque exclusivement la direction spéciale des bandes granitiques.

Je crois avoir fourni également de nombreuses preuves à l'appui

de l'opinion, assez générale aujourd'hui, que le granite, quoique éminemment plastique, au moment de son éruption, n'a pas dû posséder alors une très haute température, ni être igné à la façon des trachytes et des laves.

Postérieurement au granite proprement dit furent engendrés les pegmatites (granites à grandes parties) et les granulites; on les rencontre indifféremment au milieu du gneiss et du granite éruptif, en veines, amas ou dykes irréguliers. Leur âge est incertain, mais doit nécessairement coïncider avec la période *silurienne* ou *dévonienne*, puisqu'ils ne pénètrent pas dans le calcaire carbonifère,

Aux roches anciennes succède directement le système carbonifère. Nulle part, dans la partie orientale du plateau central, on ne voit la moindre trace de terrains paléozoïques inférieurs, mais il en existe dans le département de la Creuse.

Le système carbonifère, avec ses porphyres variés, est certainement le plus intéressant des terrains du Forez et du Lyonnais. Les trois formations, dont se compose ce système, sont parfaitement caractérisées et tout à fait distinctes, grâce surtout à trois sortes de porphyres qui se sont fait jour à la suite de chacune de ces formations.

A la base est le calcaire carbonifère, connu surtout par les carrières de Regny, dont les fossiles ont été déterminés par MM. de Verneuil et Jourdan. Vient ensuite un porphyre très feldspathique et micacé, mais fort peu quartzeux, pour lequel j'ai depuis longtemps proposé le nom de porphyre *granitoïde*, mais que l'on pourrait, avec plus de raison encore, appeler porphyre *micacé*, par opposition au porphyre quartzifère. Il traverse et bouleverse le calcaire carbonifère et a légèrement modifié (gaufré, plissé, amphibolisé) les schistes qui accompagnent la formation calcaire. On le rencontre surtout entre les vallons de l'Aix et du Lignon, le long de la route de Lyon à Clermont, auprès de Boën.

Des débris de ce porphyre, qui apparut au sein de la mer carbonifère, s'est formé un tuf ou grès, tantôt plus ou moins fin, tantôt bréchiforme, qui affecte parfois, à s'y méprendre, la forme et l'apparence du porphyre lui-même. Aussi fut-il, en effet, souvent décrit comme porphyre, mélaphyre ou diorite. Mais cette roche, si feldspathique, renferme de l'anthracite en couches bien réglées. A la base, elle passe d'ailleurs graduellement à un puissant poudingue, formé de galets calcaires, schisteux et arénacés, provenant des assises détruites du calcaire carbonifère et de fragments également roulés de porphyre granitoïde.

Le grès anthracifère, quoique essentiellement formé d'éléments feldspathiques, n'est cependant pas une roche *feldspathisée* par voie de métamorphisme. On n'y voit jamais aucun *cristal* de feldspath, mais simplement des fragments ou débris de cristaux, réagglutinés ensemble. C'est tour à tour une brèche, un poudingue, un tuf ou grès plus ou moins fin, composés de débris porphyriques, comme ailleurs on voit des grès ordinaires, également feldspathiques (houillers, secondaires ou tertiaires), formés aux dépens du granite ou des trachytes. S'il y avait eu feldspathisation, on ne comprendrait pas comment le poudingue de la base peut renfermer de gros blocs d'argile schisteuse nullement altérée, et comment ce terrain tout entier, d'au moins 200 mètres de puissance, est tout aussi feldspathique là où il repose directement sur le schiste non modifié du calcaire carbonifère, que dans les parties où il s'appuie sur le porphyre granitoïde.

Cependant le grès à anthracite du Roannais porte des traces indubitables d'une autre sorte de métamorphisme. Souvent il est prismé comme le basalte, et presque toujours criblé de paillettes hexagonales très régulières de mica brun-verdâtre terne. Enfin l'anthracite même qu'il renferme est une preuve de la température plus ou moins élevée à laquelle la roche a été exposée, sans doute sous l'influence même des masses porphyriques dont les détritus ont formé le grès en question.

Ce grès anthracifère correspond au *millstone-grit*, car il repose sur le calcaire carbonifère, en stratification habituellement concordante, et se trouve à son tour recouvert par le terrain houiller proprement dit de la Chapelle-sous-Dun (Saône-et-Loire). Mais il est toujours lié d'une façon beaucoup plus intime au calcaire qu'au grès houiller. Il constitue, dans le département de la Loire, spécialement le plateau élevé qui sépare la plaine du Forez de celle de Roanne; et, au-dessous de lui, le long des lisières nord et sud de ce plateau, apparaît le calcaire, plongeant des deux côtés en sens inverse sous le grès. Par contre ces deux étages du système carbonifère ne se retrouvent nulle part à Saint-Étienne à la base du grand dépôt houiller de la Loire.

Le grès à anthracite du Roannais pénètre, au nord de Tarare, dans le département du Rhône. On le retrouve avec des caractères identiques dans le Morvan, et il reparaît encore dans les Vosges, où une partie au moins du porphyre brun de M. Élie de Beaumont lui correspond.

Pendant le dépôt du grès anthracifère, et surtout à l'origine de

la période houillère, le sol a éprouvé des oscillations nombreuses suivant la direction E. 25° N., oscillations qui furent tantôt lentes, tantôt saccadées; et c'est à l'un de ces affaissements, plus ou moins brusque, qu'est due la première ébauche de la dépression houillère de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier, tandis qu'en même temps le sol se releva plus au nord et mit fin au dépôt du millstone-grit, en sorte que le terrain houiller n'a pu le recouvrir qu'à l'une des extrémités du plateau Roannais auprès de la Chapelle-sous-Dun que je viens de mentionner. La conformation du bassin houiller de Saint-Étienne prouve d'ailleurs que les affaissements suivant la direction E. 25° N., parfois interrompus par des mouvements inverses, ont continué pendant toute la durée de la période houillère.

A l'origine de cette même période apparaît enfin le porphyre quartzifère. Ses puissants dykes sillonnent, dans tous les sens, le calcaire carbonifère et le grès à anthracite, et cela sans les modifier, même au contact immédiat de ses masses les plus importantes. Par contre ce même porphyre ne pénètre nulle part dans le terrain houiller proprement dit; bien plus, ses débris se rencontrent, sous forme de galets, dans les poudingues qui servent de base au dépôt houiller de la Loire.

Enfin, postérieurement au terrain houiller, il a paru dans certaines parties du plateau central (la Creuse et le Morvan) un troisième porphyre, l'*eurite quartzifère* qui court sensiblement du sud au nord, eurite qu'il ne faut pas confondre avec une roche éruptive de date encore plus récente, le *porphyre noir*, qui traverse également les terrains houillers du plateau central (Ahun, Commentry, Brassac, et même le bassin de la Loire entre Rive-de-Giera et Givors).

Chacun de ces porphyres, comme je l'ai fait voir ailleurs, a provoqué la formation d'une classe spéciale de filons ou dépôts siliceux.

D'autres filons, ceux que j'ai désignés sous le nom de filons nord-ouest (plombo-barytiques et quartzeux), correspondent à d'énormes failles qui sillonnent le plateau anthracifère et les montagnes du Forez, et y tracent de profonds vallons ou des lignes de hauteurs régulièrement orientées sur N. 50° O.

A la suite du terrain houiller, la sédimentation se trouve longtemps suspendue dans le département de la Loire. Le terrain secondaire est uniquement représenté par le lias et la base de l'oolite inférieure. Dans un mémoire déjà ancien (*Ann. des mines*,

4e série, t. XVIII, p. 97), j'ai montré que, dans le centre de la France (1), la période liasique s'ouvre par un abaissement général du plateau central et que ce mouvement s'est continué jusqu'à l'époque où le calcaire à Entroques a commencé à se déposer, en sorte que le lias moyen déborde le grès infraliasique, les marnes supraliasiques, le lias moyen, enfin l'oolite inférieure, les marnes du lias. A partir de ce moment, un mouvement inverse se manifeste. Il y a relèvement du sous-sol ancien jusqu'à la fin de la période crétacée. A l'origine de la période tertiaire nouvel abaissement, d'abord local, puis, plus général et plus prononcé lorsque commence la période tertiaire moyenne et surtout pendant la dernière moitié de la période miocène.

Les dépôts tertiaires débordent partout les assises secondaires et recouvrent directement les massifs granitiques du plateau central. Ces oscillations du sous-sol ancien ressortent également de mes études spéciales sur le département de la Loire, et viennent pleinement confirmer le travail si intéressant que notre honorable président, M. Hébert, a récemment publié sur les *mers anciennes du bassin de Paris*.

J'ai spécialement constaté que le terrain tertiaire de la Loire se compose de trois étages, dont le premier doit être éocène, tandis que les deux autres correspondent probablement aux terrains *tongrien* et *fahlunien* de d'Orbigny. Le plus récent de ces trois dépôts est argilo-graveleux, sa puissance est peu considérable, mais il déborde le précédent de 90 à 100 mètres, dans le département de la Loire, et atteint sur plusieurs points la hauteur absolue de 500 mètres. On le poursuit sans interruption, le long du plateau central, au travers des départements de l'Allier, du Cher, de l'Indre, de la Vienne, jusque dans la Charente et la Dordogne. Il s'abaisse graduellement vers l'ouest, et n'atteint plus que 200 mètres d'altitude sur le pourtour du Limousin, quoique débordant toujours d'environ 50 mètres l'étage moyen.

Le deuxième étage est argilo-calcaire. Il renferme des calcaires lacustres à *Cypris faba* et un *Helix* qui, d'après M. d'Archiac, est voisin du *H. Moroguesi* de Pithiviers. Il se lie d'ailleurs directement au terrain lacustre analogue de l'Allier, du Cher, de l'Indre, de la Vienne, etc., qui partout repose sur le *terrain sidérolithique* du Berry.

Le terrain tertiaire supérieur n'est point représenté dans le département de la Loire. Un soulèvement considérable a mis fin à la

(1) Indre, Vienne, Charente, Dordogne, etc.

période tertiaire moyenne, soulèvement qui fut précisément précédé par le maximum d'abaissement du plateau central.

Les dépôts quaternaires du département de la Loire sont purement terrestres. Ce sont des glaises qui se sont accumulées dans les bas-fonds, par la décomposition lente des roches de la surface et sous l'action souvent répétée des eaux pluviales.

Enfin, la période actuelle nous montre la Loire s'abaissant graduellement, en creusant son lit dans les sables tertiaires du Forez et du Roannais. Dans la plaine du Forez j'ai pu constater en particulier trois séries de berges, ou rives successives, se rapprochant de plus en plus du cours actuel du fleuve. Elles sont marquées sur la carte géologique, ainsi que les trois *thalwegs* successifs de la Loire. Il suit de ces observations, qu'à son entrée dans la plaine du Forez le fleuve a d'abord coulé à 40 mètres au-dessus de son niveau actuel.

M. Hébert dit qu'il ignorait, lorsqu'il a composé son travail sur les oscillations du sol de la France pendant la période jurassique, que le double mouvement d'affaissement et d'exhaussement, dont il a décrit les diverses phases pour le bassin de Paris, eût déjà été signalé pour le sol de quelques départements du sud-ouest par M. Grüner; sans cela il se serait empressé de s'appuyer sur les observations d'un géologue aussi distingué.

M. Delesse appelle l'attention de la Société sur le travail si intéressant qui vient de lui être présenté, et il soumet à l'appréciation de M. Grüner les observations suivantes :

Le *porphyre granitoïde*, dont on doit la connaissance à M. Grüner, est formé de deux feldspaths, d'un peu de quartz et de mica. Ses caractères le rapprochent beaucoup du granite avec lequel on l'a généralement classé, et c'est même ce qui justifie très bien le nom qui lui a été donné. Ne serait-il pas assez bizarre, d'après cela, que le feldspath dominant du porphyre granitoïde fût de l'albite? Lorsqu'on étudie, en effet, le gisement de l'albite, on voit que ce feldspath s'est particulièrement développé dans les cavités des roches granitiques, mais qu'il n'est pas un de leurs éléments constituants. Et cette remarque se vérifie, du reste, quelle que soit la richesse en silice de ces roches.

Toutefois l'albite peut bien entrer aussi dans la composition d

roches feldspathiques, même lorsqu'elles contiennent de l'orthose ; mais alors, elles sont plutôt métamorphiques qu'éruptives. J'en ai cité des exemples remarquables dans les Vosges où l'on voit des grès feldspathisés ou grauwakes prendre la structure du porphyre et se charger de cristaux de feldspath du sixième système qui appartiennent quelquefois à l'albite (1).

M. Diday a reconnu d'un autre côté que le porphyre d'Agay dans l'Esterel est également à base d'albite.

Ces exemples sont d'ailleurs très rares ; à ma connaissance ce sont même les seuls dans lesquels l'analyse ait réellement démontré que *l'albite* est l'élément constituant de roches porphyriques.

Les recherches de M. Grüner sur le porphyre granitoïde sont d'autant plus intéressantes, qu'elles sembleraient indiquer un nouveau porphyre à base d'albite. M. Grüner a constaté, en effet, que le porphyre granitoïde de Boën a une densité de 2.641 ; qu'il est très riche en silice puisqu'il en renferme 0.73 ; et que de plus il contient presque autant de soude que de potasse.

Je ferai observer cependant qu'il peut encore rester quelque doute sur l'existence de l'albite ; car dans tout porphyre, il y a une pâte feldspathique au milieu de laquelle les cristaux se sont développés ; cette pâte n'est pas un minéral défini ; sa densité et sa composition sont même très variables. Or, l'analyse a montré que des porphyres peuvent très bien comme celui d'Elfdalen avoir une grande richesse en silice et ne pas renfermer d'albite. Il me paraît donc qu'il serait nécessaire de faire l'analyse de cristaux extraits du porphyre granitoïde pour acquérir entièrement la certitude que son feldspath dominant est bien réellement de l'albite.

Du reste, la ressemblance que M. Grüner signale entre le porphyre granitoïde et le grès porphyrique à anthracite du département de la Loire porterait à croire que l'albite a pu s'y développer comme dans les roches métamorphiques des Vosges ; et alors, dans cette hypothèse, ce porphyre se serait formé par métamorphisme.

— L'importante question de l'*origine du granite* a donné lieu de la part de M. Grüner à des développements que j'ai suivis avec d'autant plus d'intérêt que je me trouve complétement d'accord avec lui. Les caractères minéralogiques du granite et surtout le métamorphisme qu'il a fait subir aux roches avec lesquelles il est en contact ne permettent pas d'admettre qu'il ait une origine ignée. La température à laquelle il s'est formé était certainement

(1) *Annales des mines*, t. III. 1853. — *Mémoire sur la constitution des roches des Vosges : grauwake.*

peu élevée et bien inférieure à celle qui est nécessaire pour amener les silicates à l'état de fusion.

Je pense même que cette conclusion doit s'étendre aux porphyres qui contiennent du quartz et de l'orthose ; car, c'est seulement quand la structure est celluleuse et quand l'orthose devient vitreux, c'est-à-dire quand la roche est trachytique, que les effets de métamorphisme indiquent d'une manière bien évidente l'intervention de la chaleur.

Il me paraît donc que c'est à tort qu'on attribue au granite ainsi qu'au porphyre quartzifère la qualification de roches ignées; et déjà dans des publications antérieures, notamment dans mes recherches sur le métamorphisme, j'ai eu l'occasion d'entrer dans des détails très circonstanciés sur cette question et de faire voir que l'hypothèse d'une origine ignée n'était aucunement justifiée (1).

M. Grüner donne ensuite un exemple de la pénétration de schistes carbonifères par du feldspath, mais il explique ce phénomène, non par le métamorphisme, mais par le simple mélange de matériaux porphyriques avec la roche sédimentaire. Pourtant les grès porphyriques ont subi une véritable action métamorphique, comme l'indique la présence de l'anthracite et la structure colonnaire qui s'y développe quelquefois.

M. Virlet répond à M. Grüner que les objections sur lesquelles il s'appuie pour rejeter les idées qu'il a émises sur le métamorphisme, l'imbibition et la feldspathisation des roches des environs d'Urfé, ne lui paraissent nullement fondées. Les calcaires et les grès sur lesquels ces roches reposent, et que M. Grüner ne suppose pas modifiés, parce qu'ils ont conservé en partie leurs caractères minéralogiques originels, n'en sont pas moins pour M. Virlet des roches éminemment métamorphiques, tout aussi métamorphiques que les schistes et les porphyres qui les surmontent. En effet, ces calcaires sont devenus subcristallins, excessivement durs, très secs, cassants,

---

(1) *Études sur le métamorphisme des roches*, 1857-1858. — *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XV, 728 : *Recherches sur l'origine des roches.*

(1) *Notes sur les roches d'imbibition* (*Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. Ier, p. 816).

sonores, caractères qui annoncent peut-être mieux que ne le ferait une apparence plus grenue, l'intensité des actions auxquelles ils ont été soumis. Quant aux grès, on comprend aisément pourquoi ils doivent, dans le plus grand nombre de cas, conserver leur structure première, surtout quand les éléments quartzeux prédominent. Pour transformer des grès en quartzites ou en roches homogènes, il faut admettre une fusion de la silice, c'est-à-dire d'une des substances minérales les plus réfractaires, et c'est ce qui fait qu'ils ont la plupart du temps conservé, même dans les terrains les plus anciens, leurs caractères de roches sédimentaires. Au surplus, M. Grüner reconnaît que très souvent les grès d'Urfé sont à structure prismatique. Or, cet état est précisément la seule transformation qu'éprouvent certains grès réfractaires longtemps soumis à une des plus hautes températures que puisse produire l'industrie humaine, celle des hauts fourneaux à la construction desquels ils servent.

Dans tous les cas, M. Virlet n'entrevoit pas d'impossibilité à admettre que les roches de la partie supérieure d'une formation puissent avoir été métamorphisées, alors que les inférieures ne le seraient pas ou le seraient moins; car si, à vrai dire, les actions métamorphiques sur la plupart des roches sont aujourd'hui des faits incontestables, il n'en est pas de même des causes qui les ont produites, et nous en sommes encore réduits à ce sujet à de simples conjectures. Plusieurs causes y ont probablement contribué soit isolément, soit successivement, soit simultanément et à des époques diverses, et, ajoute-t-il, j'ai démontré tout récemment (1) qu'au Mexique, par exemple, les phénomènes de la cristallisation et de la transformation des masses argileuses en porphyres s'étaient opérés de haut en bas et non de bas en haut, comme on pourrait être tenté de l'admettre généralement *à priori*.

Quant au métamorphisme des schistes et porphyres d'Urfé, il paraît à M. Virlet incontestable, et il s'est borné à ce sujet à répéter ce que M. Grüner lui-même en avait dit, en faisant seulement remarquer de plus que quelques-uns de ces schistes,

---

(1) *Nouvelles notes sur le métamorphisme normal* (*Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XV, p. 119).

ceux du sommet de la montagne, étaient devenus de véritables roches d'imbibition, par suite de pénétrations feldspathiques, phénomène que les influences atmosphériques, en décomposant l'élément feldspathique, se chargent de nous démontrer aujourd'hui ; car on voit très clairement les schistes se régénérer à la surface par la disparition du feldspath, et les accidents de plissements de leurs feuillets réapparaître. Au surplus, ajoute M. Virlet, les filons feldspathiques et serpentineux signalés dans les environs suffiraient pour expliquer la cause et l'origine de ces phénomènes d'imbibition.

Tous les porphyres si variés et de toutes nuances des environs ont également paru à M. Virlet porter avec eux des caractères qui annoncent leur origine métamorphique, et il a reconnu que ceux qui sont employés au macadamisage de la route près de Roanne renferment, comme les granites de Normandie si employés à Paris, une infinité de fragments de roches préexistantes qui démontrent bien clairement leur origine métamorphique.

J'ai d'ailleurs fait voir depuis longtemps (1), ajoute encore M. Virlet, que le degré de cristallinité des couches ne tenait pas seulement au degré d'intensité des actions auxquelles elles ont été soumises, mais bien aussi et plus peut-être à leur composition qui a permis à certaines substances minérales, dont les éléments existaient plus abondamment, de se développer dans de certaines couches plutôt que dans d'autres, et pour ne citer qu'un exemple devenu célèbre, il rappelle la fameuse roche de Deville, près Mézières (Ardennes). Là les schistes siluriens présentent sur certains points et dans de certaines couches un phénomène de cristallisation feldspathique des plus remarquables. Là vous voyez, au milieu de ces schistes qui n'ont éprouvé d'autre transformation que le *lustrage* ou le *satinage* de leurs feuillets, des bancs transformés en roches porphyroïdes, et où les cristaux de feldspath atteignent jusqu'à 5 ou 6 centimètres. Si l'on suit attentivement ce phénomène curieux, on voit cette cristallisation se développer successive-

(1) *Notes sur une couche de fer oxydé hématite des environs de Sargans (Suisse)* (*Bull.*, 1re sér., t. VI, p. 318).

ment et progressivement dans les couches de contact, et si l'on suit le plan des couches ainsi transformées, on peut constater, ainsi qu'il l'a fait avec le plus grand soin, que cette cristallisation n'est pas continue dans tout leur prolongement, ce qui prouve que c'est un phénomène qui, quoique très étendu, doit être considéré comme local, puisqu'il ne s'étend pas sur la totalité du plan des strates.

M. Delesse pense que les métamorphoses subies par les roches dépendent beaucoup moins de l'introduction de certaines substances que de la composition originaire de ces roches et du développement de divers minéraux.

M. Hébert a visité Deville; il y a vu un porphyre intercalé dans des schistes où sont développés de très grands cristaux de feldspath.

M. Hébert prie M. Grüner de vouloir bien porter de nouveau son attention sur l'âge qu'il attribue au granite éruptif. Les observations de M. Grüner viennent rectifier, d'une manière que M. Hébert considère comme fort exacte, les idées qu'on se faisait de la constitution géologique du plateau central, d'après la description de M. Dufrénoy. Ainsi, les chaînes de montagnes qui forment le relief principal de ce plateau, les Cévennes, les montagnes du Forez, du Morvan et du Limousin, sont formées d'un granite éruptif qui a partout les mêmes caractères, et dont une bonne description a été donnée par M. Émilien Dumas (1). C'est le granite à gros grains ou granite porphyroïde de M. Dufrénoy, le granite à un seul mica de M. Delesse. Il n'y a pas dans le plateau central de roche plus ancienne que des micaschistes, des gneiss, des granites schisteux.

M. Hébert a pu voir, comme beaucoup d'autres géologues, que c'est ce même granite éruptif que l'on retrouve dans les environs du Puy et de Clermont; c'est aussi le même qui se trouve à Alençon. La présence constante des gros cristaux de feldspath, des filons de leptinite, des amas ou nodules de mica, des fragments de gneiss, etc., ne peut manquer de frapper le géologue qui suit cette roche sur de grandes étendues, et de le convaincre qu'il a affaire à une même masse minérale,

(1) *Bull.*, 2e sér., t. III, p. 570 (1846).

bien qu'accidentellement il puisse çà et là en voir varier plus ou moins les caractères minéralogiques, et même reconnaître qu'elle passe quelquefois à un granite à grains fins, comme cela paraît être le cas pour la masse principale de la chaîne du Forez.

C'est donc, en définitive, des premiers linéaments de presque toute la France qu'il s'agit de déterminer l'âge. Le granite éruptif est antérieur au terrain carbonifère; les observations de M. Grüner dans le département de la Loire le prouvent; mais de plus, M. Grüner, s'appuyant sur les directions qu'il affecte, le rapporte au système du Longmynd de M. Élie de Beaumont et le fait anté-silurien.

Pour M. Grüner, et M. Hébert l'admet parfaitement, les plissements subis par le terrain schisteux ont été contemporains de l'éruption du granite. Cette éruption a été suivie d'une émission considérable de silice qui a pénétré les schistes anciens, y a formé des filons en général très minces, plus ou moins ondulés, tantôt dans le plan des couches, tantôt les coupant, ou bien des nœuds, des rognons, etc. Tous ces faits, conséquences des émanations tour à tour gazeuses, liquides ou gélatineuses, selon la température et la pression qui accompagnèrent la longue période de refroidissement du granite, que M. Grüner, dans son beau mémoire sur la classification des filons (1), a attribués à son premier type de filons, peuvent être observés avec un magnifique développement sur les bords de la Meuse entre Charleville et Fépin. Ces filons de quartz ont traversé tous les schistes ardoisiers, mais non les poudingues et la grauwacke de l'époque dévonienne. Cependant quelques minces filons dans cette dernière et le ciment siliceux des poudingues de Fépin sembleraient la continuation de ces émissions siliceuses, quoique le poudingue de Fépin contienne lui-même de nombreux fragments de quartz provenant de ces filons.

M. Hébert est persuadé que si M. Grüner avait occasion d'examiner les filons de quartz de l'Ardenne, il les reconnaîtrait comme appartenant à son premier type.

Or, l'étude des schistes ardennais montre que la cause de ces plissements est évidemment la même que celle qui a amené

(1) *Annales de la Soc. d'agriculture de Lyon*, t. VIII. 1856.

les injections siliceuses. Si l'apparition du granite éruptif est cette cause, elle est postérieure aux schistes ardoisiers de l'Ardenne.

D'autre part, si l'on se transporte aux Ponts de Cé, près d'Angers, on retrouvera les mêmes schistes et les mêmes filons de quartz que dans l'Ardenne, et ces filons atteignent les schistes ardoisiers fossilifères qui d'ailleurs ne sont que la partie supérieure des phyllades non fossilifères. Donc ces plissements si remarquables et si généraux en France des schistes anciens, y *compris les* schistes à Trilobites, seraient postérieurs à une partie au moins de l'époque silurienne.

C'est donc une question très importante à laquelle les géologues ne sauraient donner trop d'attention.

Du reste, M. Grüner, il est juste de le reconnaître, n'a donné ses conclusions que comme des probabilités. Le travail que le savant ingénieur présente à la Société, de même que son grand *Mémoire sur la classification des filons*, sont pour l'étude du plateau central, et même pour l'intelligence de la constitution géologique de toute la *chaîne hercynienne* qui offre tant d'analogies avec les montagnes du centre de la France, des documents de la plus haute importance.

Pour ce qui concerne les observations de M. Hébert au sujet de l'âge du granite, M. Grüner dit qu'il serait impossible de le fixer d'après la distribution des divers quartz. Ainsi, postérieurement aux granites, les pegmatites ont aussi engendré des filons quartzeux qui ressemblent parfois beaucoup aux quartz de l'âge des granites.

M. Virlet fait observer que la structure des granites porphyroïdes est due à des circonstances particulières de cristallisation qui ne peuvent servir à établir l'âge de ces granites, puisque, dans un pays, c'est le granite porphyroïde qui paraît le plus ancien, tandis que dans d'autres, c'est au contraire le granite à petits grains.

M. Delesse pense qu'il convient de ne pas attacher une grande importance à la grosseur du grain dans les granites; il est préférable de classer ces roches d'après le nombre et les caractères de leurs micas. Ainsi les granites à deux micas peuvent passer aux gneiss et aux micaschistes, tandis que les gra-

nites à un mica sont éminemment éruptifs, remplissent les filons et ne passent pas aux gneiss.

M. Grüner rappelle de nouveau que le granite schisteux du Pilat a en effet deux micas, tandis que le granite éruptif du Forez n'en renferme qu'un.

M. Scipion Gras demande à M. Grüner s'il n'a pas observé de blocs erratiques dans la vallée de la Loire.

M. Grüner dit que ces blocs n'ont point dépassé la ligne de faîte qui sépare le Rhône et la Loire.

M. Hébert demande si, comme la note de M. Grüner le porte, les calcaires lacustres de l'Allier, etc., reposent bien, dans l'opinion de M. Grüner, sur le terrain sidérolitique du Berry. D'après des paléontologistes distingués, MM. Lartet et Jourdan, ce terrain sidérolitique, par les ossements de mammifères qu'il renferme, serait du terrain tertiaire supérieur, tandis que si l'on adopte l'opinion de M. Grüner, il faudrait le rapporter aux dépôts sidérolitiques de Suisse où se rencontrent les débris de *Paleotherium*. C'est là une divergence grave qui demande à être discutée.

M. Grüner entre dans des développements sur ce sujet. Il fait spécialement remarquer que l'on a bien souvent confondu les gîtes remaniés avec les dépôts primitifs. Ce sont ces derniers seuls que M. Grüner considère comme *éocènes*.

M. le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray :

*Reconstitution approximative de l'écorce de la terre avant les actions diluviennes;* par M. Ébray.

En suivant les affleurements de la grande oolithe du département du Cher, de celui de l'Yonne et de la Nièvre, on remarque que cet étage, entièrement argileux à Nérondes (Cher), se complique de plus en plus vers l'est; on voit, en effet, successivement apparaître les bancs durs de la terre à foulon, l'oolithe miliaire et le cornbrash. Ces différents terrains viennent se terminer en biseau vers la vallée de la Loire et augmentent rapidement de puissance dans la direction du Morvan, car l'étage bathonien qui, dans le Cher, n'a guère que 80 à 90 mètres d'épaisseur, acquiert dans la Nièvre 200 à 300 mètres; la terre à foulon, aux environs

de Tannay, peut être estimée à 100 mètres; les bancs durs supérieurs à la terre à foulon, 10 mètres; les argiles moyennes, 70 mètres; l'oolithe miliaire ou grande oolithe, 20 mètres; les argiles supérieures, 60 mètres; le cornbrash, 5 mètres (1).

Après avoir dépassé Warzy et Tannay, on voit tout ce système buter contre les terrains primitifs représentés par un granite blanc, d'une grande dureté; rien ne paraît indiquer l'existence d'une côte; l'épaisseur des bancs de la terre à foulon, la finesse des sédiments, la présence de Pholadomyes, l'absence de fossiles côtiers, et même de mollusques qui vivent un peu au-dessous du balancement des marées, paraissent plutôt indiquer des mers profondes, car on sait que les Pholadomyes se rencontrent souvent à plus de 60 brasses de profondeur.

Le paléontologue ne peut donc voir ici un rivage; il est conduit à penser que les eaux des mers jurassiques se sont étendues pardessus le Morvan, et que les dépôts bathoniens de Tannay, de Vézelay, des contrées situées à l'est des montagnes granitiques, formaient, avant l'action des eaux diluviennes, un ensemble non interrompu. Ce que la paléontologie prévoit, ce que le bon sens fait même pressentir, la géologie et la stratigraphie vont le démontrer.

Un puissant système de failles, dont on peut suivre les traces sur de grandes étendues, est venu déranger les principales formations qui se rencontrent dans le Cher, Saône-et-Loire, l'Yonne et surtout dans la Nièvre. En parcourant attentivement les bords du Morvan, on voit que cette masse granitique ou porphyrique, sur laquelle se remarquent çà et là des lambeaux de terrains sédimentaires, résulte d'une grande rupture qui forme le premier terme du réseau dont je donne actuellement la description détaillée (2); cette faille, sensiblement parallèle à celle de Chevannes, cause de l'apparition du massif porphyrique de Saint-Saulge, si justement appelé, par les habitants du pays, le petit Morvan, est très étendue; je me bornerai donc à détailler un point de cette rupture dont j'ai besoin pour établir ma démonstration.

En partant des hauteurs situées à l'ouest de Tannay (Nièvre), et en se dirigeant vers l'Ormes, on rencontre d'abord, sur le faîte des hauteurs, les lambeaux dénudés de l'oolithe miliaire; puis,

(1) Je ne discute pas ici la valeur des termes que j'emploie, et j'admets les synchronismes généralement en usage.

(2) *Géologie de la Nièvre*, par M. Ébray.

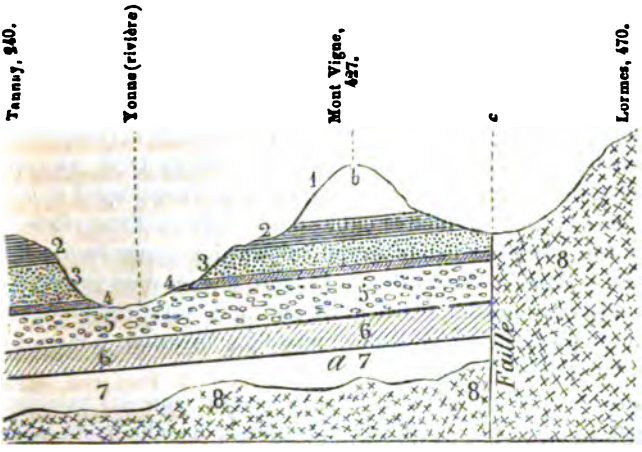
en descendant les côtes, on ne tarde pas à rencontrer les argiles sous-jacentes, les bancs durs supérieurs et la terre à foulon que l'on ne quitte qu'à Tannay, qui est bâtie sur le calcaire à Entroques; les argiles du lias et le calcaire à *Gryphæa cymbium* occupent le fond de la vallée de l'Yonne; puis, en se dirigeant vers l'Ormes, par suite de la pente rapide des coteaux, on regagne le calcaire à Entroques et la terre à foulon qui se montre déjà au mont Sabau; la route gravit toujours et fait arriver insensiblement l'observateur presque au sommet du mont Vigne, situé à la cote 428 mètres, et qui semble déjà rivaliser de hauteur avec les premières cimes granitiques du Morvan; mais en descendant dans le vallon, au fond duquel est bâti le village de Pouques, on remarque avec surprise un changement subit de terrain; au calcaire à Entroques, dont les couches se redressent sous une forte rampe vers l'est, succède un petit affleurement de lias supérieur; puis un granite blanc, d'une grande dureté, annonce que l'on marche sur le sol maigre et stérile du Morvan (1); les marnes irisées et tous les termes du lias disparaissent ainsi de la surface du sol.

La transition subite des étages jurassiques inférieurs au granite offre le même caractère que celui que j'ai observé au contact des marnes à Bélemnites, et du calcaire corallien aux environs de Cuney-les-Warzy; la ligne de démarcation des terrains suit la même direction que celle que j'ai constatée dans les autres et nombreuses ruptures, bien caractérisées, du département. Il existe donc au pied du Morvan une faille dont la présence est non-seulement démontrée par l'analyse locale des faits, mais aussi par le parallélisme des lèvres avec les autres failles du département.

Le croquis suivant donne la situation des couches dans la faille.

---

(1) La carte géologique de la France ne fait pas mention de ce grand espace occupé par la grande oolithe qui vient buter contre le granite; cet espace a reçu la teinte du lias à Gryphées arquées. La carte inédite du département de la Nièvre, qui ne contient que les grandes divisions admises par M. Élie de Beaumont, fait mention de ce terrain sous le nom de système oolithique inférieur. Cette carte, que j'ai été chargé de compléter, va paraître très prochainement.




1. Terre à foulon.
2. Calcaire à Entroques.
3. Lias supérieur.
4. Zone à *Gryphæa cymbium*.
5. Zone à *Ammonites fimbriatus*.
6. Lias inférieur.
7. Marnes irisées.
8. Granite.

Si maintenant nous cherchons la distance située entre le point *a* et le point *b*, nous obtiendrons :

| | |
|---|---|
| Terre à foulon. . . . . | 100,00 |
| Calcaire à Entroques et oolithe ferrugineuse. | 40,00 |
| Lias supérieur. . . . . | 90,00 |
| Lias moyen. . . . . | 90,00 |
| Lias inférieur. . . . . | 90,00 |
| Marnes irisées. . . . . | 60,00 |
| Total. . . . . | 470,00 |

Ce chiffre de 470 mètres est probablement trop faible, puisque je ne fais pas mention des terrains quelquefois très épais qui se rencontrent souvent entre les marnes irisées et le granite; il est trop faible encore parce que je ne fais pas entrer en ligne de compte la portion du granite qui a dû être dénudée. En troisième lieu, les courants dévastateurs n'ayant pas pu agir sur une lèvre sans exercer leur action sur l'autre lèvre, il s'ensuit que pour se rapprocher de la dénudation réelle, il faut encore ajouter au chiffre déjà trop faible de 470 une quantité, sinon entièrement égale puisque l'on peut supposer que l'action diluvienne a été un peu plus forte sur la lèvre Est, du moins se rapprochant du chiffre de 300 mètres. Ces chiffres, au moyen desquels on démontre

l'existence de dénudations de près de 1000 mètres de puissance verticale, prouvent que les mers jurassiques et peut-être aussi les mers crétacées s'étendaient sur le Morvan. Ces dénudations énormes effrayent notre imagination qui n'a pas assisté aux cataclysmes géologiques; cependant, pour se rendre compte de la possibilité de ces effets, il suffisait de s'être trouvé, en 1846 ou 1856, au milieu de la Loire débordée, et de se rappeler qu'en quelques secondes (30 ou 40), peu de mètres cubes d'eau animés d'une vitesse de 2 ou 3 mètres par seconde ont pu enlever des digues bien consolidées; si donc nous remplaçons la Loire par les mers envahissant les continents, un simple calcul de puissance vive, combinée avec la durée probable ou possible d'une telle invasion, nous sortira bien vite de notre étonnement.

Ainsi cède, devant l'étude détaillée de faits, une des principales bases de la géologie actuelle : la coïncidence des affleurements avec les limites des anciennes mers (1).

Avant de faire des théories, il me semble qu'il vaudrait mieux recueillir des faits et suivre le conseil d'un de nos premiers géologues qui, à propos du passage insensible du granite aux terrains sédimentaires, nous dit : « *Gardons-nous des théories et des systèmes et bornons-nous à étudier les faits* (2). »

---

## *Séance du 14 mars* 1859.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. A. Laugel, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Giovanni Capellini, docteur ès sciences, à la Spezia

---

(1) Je démontrerai en outre, ce qui d'ailleurs ressort déjà de ces quelques pages, que le Morvan est une portion de l'écorce de la terre restée debout ou s'étant relativement peu affaissée, au milieu d'une chute générale des terrains environnants, terrains séparés du massif, relativement peu affaissé, par des ruptures dont l'âge est beaucoup plus récent que celui qui est ordinairement attribué au système du Thuringerwald et du Böhmenwald-gebirge.

(2) De Bonnard, *Notice géognostique sur quelques parties de la Bourgogne*.

(royaume de Sardaigne); à Paris, 51, rue d'Enfer, présenté par MM. Hébert et Lartet.

## DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, février 1859.

De la part de M. Albert Toilliez :

1° *Notice géologique et statistique sur les carrières du Hainaut*, in-8, 31 p., Mons, 1858, chez Masquillier et Lamir.

2° *Mémoire sur les terrains tertiaires de la Belgique et de la Flandre française*, par Sir Charles Lyell, traduit par MM. Ch. Le Hardy de Beaulieu et Albert Toilliez, in-8, 150 p., 1 pl., Bruxelles, 1856, chez B.-J. Van Dooren.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1859, 1er semestre, t. XLVIII, nos 8 à 10.

*Bulletin de la Société de géographie*, 4e série, t. XVII, nos 97 et 98, janvier et février 1859.

*Bulletin de la Société botanique de France*, t. I à IV, 1854 à 1857.

*L'Institut*, nos 1312 à 1314, 1859.

*Réforme agricole*, par M. Nérée Boubée, n° 122, 12e année, février 1859.

*Journal d'agriculture de la Côte-d'Or*, nos 10, 11 et 12, octobre, novembre et décembre 1858.

*Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, n° 146, 1859.

*The Athenæum*, nos 1635 à 1637, 1859.

*Jahrbuch der K. K. geologischen Reichanstalt*, 1858, n° 3, juillet à septembre.

*Neues Jahrbuch der Mineralogie*, etc., par MM. Leonhard et Bronn, 1858, 7e cahier.

*Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt*, etc., par le Dr Petermann, 1859, n° 1.

*Wurttembergische naturw. Jahreshefte*, 1859, 1er et 2e cahiers.

*Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales*, t. IX, n° 2, février 1859.

*Revista minera*, t. X, n° 211, mars 1859.

*O archivo rural*, n°s 17 et 18, 2e année, 5 et 20 janvier 1859.

*The Canadian journal of industry, science and art*, nouv. série, n° XIX, 1859.

M. le Président annonce la mort regrettable de M. Despine, inspecteur général des mines à Turin.

Il informe la Société que la Société Botanique de France lui fait hommage de ses publications. Le Conseil a décidé que la Société Botanique recevrait en retour la deuxième série du *Bulletin*.

M. Gosselet présente, avec les observations suivantes, deux mémoires de M. Toilliez (voir ci-dessus la liste des Dons) :

*Sur les terrains crétacés du Hainaut;* par M. Gosselet.

J'ai l'honneur de présenter à la Société, de la part de M. Toilliez, ingénieur des mines à Mons, deux petites brochures dont il est l'auteur; ce sont :

1° Un *Mémoire sur les terrains tertiaires de la Belgique et de la Flandre française*, par sir Charles Lyell, traduit par MM. Le Hardy de Beaulieu et Toilliez.

2° Une *Notice géologique et statistique sur les carrières du Hainaut*, par M. Toilliez.

Je demanderai la permission d'analyser en quelques mots ce dernier travail, qui nous apporte de nouvelles lumières sur des questions encore controversées.

La première partie est un coup d'œil géologique sur les différents étages qui constituent le sol du Hainaut. Dans la deuxième partie l'auteur énumère les principales carrières en les classant d'après l'emploi et d'après l'âge géologique des matériaux qu'on en extrait.

M. Toilliez, adoptant complétement la classification de Dumont pour les terrains paléozoïques, je ne parlerai pas de ceux-ci, et j'appellerai principalement l'attention de la Société sur les pages relatives aux terrains crétacés.

L'auteur a constaté qu'après le redressement des roches paléo-

zoïques, il s'est produit partout à leur surface une profonde vallée d'érosion dont Mons peut être considéré comme le centre. Dans cette vallée, transformée en golfe à l'époque de la mer crétacée, sont venus se déposer successivement les sédiments de tous les âges, depuis le gault jusqu'à la craie supérieure inclusivement. Ces terrains crétacés ont été ravinés à leur tour, et la vallée qui s'y est creusée a été remplie par les terrains tertiaires inférieurs. Ces dénudations sont les plus importantes, mais non pas les seules que l'on puisse citer dans cette contrée. C'est ainsi que M. Hébert a montré qu'il y en avait eu une entre la craie blanche et la craie supérieure. C'est ainsi qu'il en existe une autre également très considérable entre le système aachénien de Dumont et les couches qui lui sont superposées.

M. Toilliez place dans le système aachénien les argiles avec sable blanc que l'on observe sur le littoral nord du golfe crétacé de Mons, et il les considère, avec doute toutefois, comme représentant l'époque wealdienne. Au-dessus de cet étage, on trouve de bas en haut :

| | |
|---|---|
| 1° Grès calcarifère ou siliceux, *Meule*. . . . . | Hervien Dumont. |
| 2° Marne très glauconieuse, avec cailloux roulés de silex et de phtanite, *tourtia*. Le *Nats* des mineurs. . . . . | Nervien Dumont. |
| 3° Argile verdâtre et grisâtre, *Dièves*. . . . . | |
| 4° Marne plus ou moins glauconifère. *Fortes toises*. . . . . | |
| 5° Silex formant des bancs plus ou moins réguliers, *Rabots*. . . . . | |

M. Toilliez range dans l'étage cénomanien de d'Orbigny les couches nos 1, 2 et 3, *meule*, *tourtia* et *dièves*. Depuis la publication de cette brochure il a modifié un peu cette opinion et il place les *dièves* qu'il assimile complétement aux *fortes toises* dans l'étage turonien de d'Orbigny. Parmi les fossiles de la *meule* et du *tourtia* nous voyons cités :

*Ammonites rothomagensis*, Lk.
*Nautilus elegans*, Sow.
*Cardium hillanum*, Sow.
*Pecten asper*, Lk.
*Ostrea columba*, Desh.

La présence du *Pecten asper*, en Belgique, mérite d'être spécialement signalée, car elle fait justice de certaines théories qui ne voulaient pas lui laisser passer la frontière.

Quand j'ai écrit la note sur les fossiles tertiaires et diluviens du Haut-Rhin qui a été publiée dans le *Bulletin*, 2e série, t. XV, p. 295, je n'avais pas eu occasion de visiter la localité de Bouxwiller et son schiste bitumineux. J'y suis allé depuis, et j'y ai rencontré des empreintes de poissons plus nombreuses et mieux conservées qu'à Mugstutt-le-Bas. Il y a en partie les mêmes espèces que dans cette dernière localité ; mais il y en a une particulière, et c'est la plus abondante, qui frappe par sa forme singulière.

Il résulte des observations qui m'ont été faites sur cette espèce par MM. Schimper et Mérian qu'elle appartient au célèbre genre *Amphisyle*, représenté aujourd'hui par une seule espèce dans les mers des Indes, surtout dans le détroit de Malacca. L'espèce fossile de Bouxwiller est l'*Amphisyle Heimichii*, Heckel, dont le seul échantillon connu a été trouvé en Gallicie associé aussi au genre *Meletta* et déposé dans les collections de la *Geologische Reichsanstalt* à Vienne.

Un autre échantillon, trouvé au mont Bolca il y a plus de cent ans, décrit et figuré dans l'*Ittiologia Veronese*, a été perdu. Agassiz en parle.

M. Hébert présente la note suivante de M. Raulin :

*Sur la classification de la craie inférieure*, par M. V. Raulin.

Dans la séance du 3 novembre 1856, M. Coquand a lu une *Notice sur la formation crétacée du département de la Charente*, au sujet de laquelle j'ai cru devoir envoyer quelques observations dès que l'impression m'en est parvenue, pour la séance du 18 mai 1857. Quinze jours après, M. Coquand, à la faveur d'une communication inusitée de mon manuscrit, a pu, de Besançon, faire insérer dans la séance du 1er juin deux nôtes dont moi, à Bordeaux, je n'ai eu connaissance qu'une année après, toujours par la voie de l'impression.

Un aussi long délai, prolongé encore de plus de six mois par d'autres circonstances inhérentes au même sujet, m'aurait dissuadé de toute réplique, si M. Coquand s'était borné à la lettre insérée p. 743-5, dans laquelle il reconnaît qu'une partie de ses conclusions, qui *diffèrent d'ailleurs très notablement de tout ce qui a été écrit jusqu'ici*, disait-il primitivement, n'est finalement que la confirmation de l'assimilation, faite par Alc. d'Orbigny en 1843, des couches supérieures de la craie de Saintonge aux couches supérieures du nord de la France, assimilation adoptée et étendue

à la craie de Maëstricht par MM. Des Moulins, Delbos, et moi-même en 1847 et 1848, et encore en 1854, dans des passages rapportés aux pages 728 et 729, et dont une variante forme la seconde proposition du classement *nouveau* de la page 881.

Mais je ne crois pas pouvoir m'abstenir de répondre quelques mots à la notice insérée pages 745-766, *Sur la position des* Ostrea columba *et* biauriculata *dans le groupe de la craie inférieure*, notice dans laquelle M. Coquand m'attribue des observations et des opinions personnelles à M. d'Archiac et à d'autres, et par suite me prend souvent à partie dans des réfutations qui ne me concernent cependant pas le moins du monde.

En effet, en dix endroits, M. Coquand s'adresse à moi tout spécialement; à la page 753 notamment, il dit : « Puisque, d'après M. Raulin, les assises à *Ostrea columba* doivent dessiner un horizon inférieur à celui de la craie chloritée de Rouen proprement dite. » Cette opinion n'était pas, je crois, particulière à moi seul le 1er juin 1857 : c'était bien celle de l'immense majorité ; car au jour où il écrivait ces trois lignes, M. Coquand n'aurait pas pu citer quatre géologues professant l'opinion contraire.

M. Coquand s'étonne aussi, page 756, que, dans mon *Étude sur le Sancerrois* publiée en 1847, je n'aie pas démontré rigoureusement, par des arguments stratigraphiques et paléontologiques, si le système sableux inférieur à la craie à *Ammonites varians* est la base du grès vert supérieur plutôt que le gault. Il dit même que mon *greensand*, qui pour lui est du gault, est pour moi l'équivalent rudimentaire du système sableux du Mans, et par conséquent de son étage carentonien. Il y a erreur manifeste dans une semblable assertion, car : 1° n'ayant pas trouvé de fossiles, j'ai dit seulement (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e série, t. II, p. 224 : « Cet étage présente le même faciès que dans la Puisaye qui se trouve dans le prolongement du Sancerrois au N.-E. et dans le pays de Bray ; il commence par des sables argilo-ferrugineux, jaune-rougeâtre, etc.; » car : 2° dans un travail spécial sur le terrain crétacé moyen du département de l'Yonne (*Bull.*, 2e série, t. IX, p. 27-40, 1851), j'ai établi nettement, d'après des fossiles découverts en septembre 1848, que les sables ferrugineux de la Puisaye se rapportent aux parties moyenne et supérieure de l'assise du gault.

Cette dernière raison donnée, je n'ai guère à suivre M. Coquand dans les pages suivantes où son imagination me fait explorer les environs de Sainte-Maure et du Port-la-Pile où je n'ai jamais mis le pied, quand je n'ai fait qu'analyser ce qu'en dit M. d'Ar :

chiac; ces pages où, transformant les *Ammonites varians* et *rothomagensis* et *Trigonia scabra* en *Ammonites polyopsis* et *Bourgeoisi* et *Trigonia limbata*, il fait conclure à M. d'Archiac le contraire de ce qui découle en réalité des faits rapportés par cet observateur, pour arriver, lorsque j'ai seulement reproduit un fait emprunté à M. d'Archiac, à faire réfuter ma *soi-disant* opinion personnelle par la *soi-disant* opinion de M. d'Archiac. Lequel, de M. d'Archiac ou de M. Coquand, a raison dans la détermination de ces espèces? C'est ce que je ne puis savoir, ne les ayant ni vues ni étudiées.

M. Coquand enfin vient dire, page 750 et surtout page 761, que « si les observations de MM. d'Archiac et Raulin étaient reconnues exactes plus tard, ou pour mieux dire si leurs hypothèses se vérifiaient, on serait dans la nécessité d'admettre l'existence de deux craies chloritées de Rouen : l'une supérieure aux bancs à *Ostrea columba* dans les bassins de Paris et de la Loire, et une seconde inférieure à ces mêmes bancs dans le midi de la France. » Ceci est tout à fait gratuit à mon égard; car je n'ai étudié ni le Maine, ni l'Anjou, ni la Touraine; car dans le Sancerrois, je n'ai vu qu'une craie de Rouen; car dans la Saintonge, l'Angoumois et le Périgord, non plus que les autres observateurs, je n'en ai aperçu ni une ni deux avec les fossiles caractéristiques.

Quant à ce qui fait le fond de la discussion, la position des couches à *Ostrea columba* et *biauriculata*, par rapport à la craie à *Ammonites varians*, MM. Triger, Hébert et Coquand arrivent à la même conclusion, que les premières sont supérieures à la seconde, contrairement à ce qui a été admis par moi comme par tous jusqu'à ce jour. C'est là, sans contredit, une question très importante pour le terrain crétacé du bassin de Paris, puisqu'il s'agit de l'ordre de succession des assises qui entrent dans sa composition; mais elle est loin de l'être autant pour la grande bande Santo-périgourdine, où il est certainement d'importance secondaire, que les couches les plus inférieures soient un peu plus ou un peu moins anciennes. Ce n'est toutefois pas moi qui nierai l'importance d'une précision rigoureuse dans la comparaison de ses assises avec celles des autres bassins.

M. Triger s'est, lui aussi, élevé contre ma réponse; il a dit le 1er juin, page 741 : « M. Raulin a bien voulu me citer et manifester aussi des doutes sur ce que j'ai dit de l'absence de cette craie à Angoulême (*craie grise à Scaphites*). » Je répondrai simplement à M. Triger qu'il n'a pas lu ma note mieux que celle de M. Sæmann; rien de semblable n'y existe. Comment d'ailleurs

aurais-je pu, le 18 mai, manifester des doutes sur une opinion qui n'a été émise que le 12 septembre suivant, et qui n'a été imprimée que près d'une année plus tard ?

M. Benoit présente le mémoire suivant :

*Note sur l'identité de formation du terrain sidérolitique dans la Bresse, le pourtour du plateau central et le Jura oriental;* par M. Émile Benoit (Pl. XI).

Dans l'*Esquisse de la carte géologique de la Bresse*, que j'ai donnée l'année dernière, j'ai rapporté au *terrain sidérolitique*, c'est-à-dire au niveau géologique des gypses de Montmartre, une puissante série de couches d'argiles blanches, jaunes, marbrées, rouges, brunes, grises, bleues, vertes, quelquefois sableuses ou mélangées de sables siliceux, qui se trouve en nappe continue à peu près horizontale sous les terrains argilo-sableux qui constituent le plateau ondulé et les vastes plaines de la Bresse (*Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 342). Désireux de rechercher en dehors de la Bresse, où tout est masqué, l'origine et les relations de ces argiles, j'ai trouvé dans les environs de Mâcon, non-seulement la confirmation de mon classement, mais encore une parfaite identité de formation avec les dépôts sidérolitiques des environs de Montbéliard, de Roppe, près Belfort, de la vallée de Delémont, et de beaucoup d'autres localités suisses et françaises de cette partie du Jura oriental.

Dans les environs de Mâcon comme dans les localités que je viens de citer, le terrain sidérolitique a un caractère éminemment éruptif, et je crois fort, vu la généralité du phénomène, qu'il en sera de même partout où l'on parviendra à observer ce même terrain dans le pourtour du plateau central, et même dans l'intérieur du massif granitique.

Dans les environs de Mâcon, le terrain sidérolitique est en relation immédiate avec les lignes de failles qui sillonnent le terrain jurassique. En 1853, MM. Berthaud et Tombeck ont donné de ce dernier terrain une description assez concise, mais très exacte (*Bull.*, 2e sér., t. X, p. 269). Je n'ai donc rien à ajouter à ce sujet; seulement, je me contenterai de donner des coupes à l'échelle pour montrer la position géognostique de ce qu'ils ont appelé *argiles à chailles*, c'est-à-dire de ce que je considère comme étant du *terrain sidérolitique* encore en place sur les lignes de failles, lesquelles failles ont été la cause première de nombreux *cratères d'éruption*

analogues à ceux que les géologues suisses ont décrits dans le Jura oriental, et qu'on retrouve dans les environs de Montbéliard, de Roppe, près Belfort, etc.

Les coupes figures 1, 2 et 3 de la planche XI montrent que le terrain en question s'est déposé au pied, c'est-à-dire contre la lèvre élevée de deux failles, celle de la Grisière, la plus voisine de la Saône, et celle de Chevagny, village situé plus à l'ouest. MM. Berthaud et Tombeck, en indiquant cette position, disent que leurs *argiles à chailles* reposent sur le corallien, mais ne correspondent pas à celles que l'on désigne par le même nom dans d'autres pays, et ils se demandent s'il faut les rattacher au corallien ou si elles sont le commencement de l'étage oolitique supérieur.

Une étude attentive et minutieuse de la constitution du dépôt et des successions orographiques de la contrée me conduit à regarder ces argiles avec sables et silex comme tertiaires, et à les rapporter au terrain sidérolitique.

Sur le terrain, cette conclusion devient bientôt évidente pour quiconque a étudié les dépôts sidérolitiques de la Haute-Saône, des environs de Montbéliard, de la vallée de Delémont, etc.; pour d'autres personnes, le dépôt apparaîtra comme quelque chose d'absolument inconnu ; et, en effet, il n'y a rien de semblable dans toute l'échelle géologique des terrains de l'est de la France. Une courte description suffira pour le faire connaître, et provoquer les investigations intéressantes que mérite son mode tout particulier de formation.

Les lambeaux de *terrain sidérolitique* des environs de Mâcon ne sont pas stratifiés, mais constitués par une masse confuse d'argiles en veines contournées et enchevêtrées, se mêlant de plus en plus vers le haut avec des sables siliceux, puis avec des rognons et des blocs de silice concrétionnée ou agatisée. Cette disposition tourmentée fait évidemment pressentir le voisinage immédiat de cratères d'éruption rangés sur les failles, de même que la succession confuse et quelquefois intermittente des matériaux constituants fait supposer une certaine agitation des eaux qui sourdaient en ces lieux, et amenaient des profondeurs souterraines, et probablement de très loin, les produits de la décomposition des roches feldspathiques. Ces roches étaient alors soumises à un travail souterrain dans les fonctions duquel on trouve naturellement l'origine de beaucoup de dépôts sédimentaires de tous les âges géologiques : c'est un fait bien évident, ici du moins, que les roches feldspathiques ont seules concouru à fournir les éléments du terrain sidérolitique.

En général, il faut considérer le terrain sidérolitique comme constitué plutôt par des argiles, ordinairement réfractaires et souvent très pures, que par du minerai de fer en grains qui n'est qu'accidentel ou par des matériaux siliceux qui sont encore moins constants. Les environs de Mâcon vont nous montrer en outre qu'on peut distinguer, d'un côté, les dépôts qui sont en connexion immédiate avec les cratères d'éruption, et de l'autre côté les dépôts stratifiés dispersés au loin dans les plaines par une sédimentation normale, la continuation ou le passage des uns aux autres pouvant d'ailleurs s'observer directement sur une foule de points dans le pourtour des bassins. De plus, il reste probable que, lors de la formation sidérolitique, des bouches d'émission ou cratères d'éruption, comme on voudra les appeler, ont aussi existé dans les grands bassins tels que celui de la Bresse et sa prolongation dans la Haute-Saône, et qu'on en retrouverait les formes, comme dans les environs de Montbéliard et de Delémont, si l'on fouillait le sol à travers les terrains plus récents qui ont achevé le comblement de ces grandes dépressions de la surface terrestre.

Voici quelles sont les particularités des dépôts sidérolitiques des environs de Mâcon :

Ils reposent sur les couches rougées du corallien, et quelquefois sur des couches de calcaires compactes rapportables, je crois, au kimméridgien, en sorte qu'il y aurait évidemment discordance de stratification, s'il y avait un peu de stratification dans les dépôts sidérolitiques ; mais ceux-ci ne sont au contraire partout qu'une masse confuse d'argiles blanches, roses, rouges, violettes, grises, bleues, disposées en veines contournées et enchevêtrées de la manière la plus irrégulière, les plus blanches et les plus pures paraissant occuper le plus souvent la partie inférieure, tandis que des sables, des silex et des blocs siliceux sont généralement dispersés dans la partie supérieure. La coupe figure 4, prise dans un trou d'exploitation, peut donner une idée de l'aspect du terrain.

A la Grisière, le dépôt peut avoir 35 à 40 mètres d'épaisseur, en supputant l'inclinaison des couches du corallien sur lesquelles il repose au pied de la faille qui a relevé l'oolite inférieure. Les trous d'exploitation ont 15 à 20 mètres, et atteignent une zone où l'on trouve plus abondamment quelques veines ou lits d'une argile parfaitement blanche qui est employée pour la fabrication de la faïence et de la porcelaine. Cette argile blanche est un véritable kaolin, mais un kaolin remanié. Toutes les veines d'argile blanche n'ont pas la même pureté ni la même finesse, mais toutes sont mélangées de sable siliceux plus ou moins fin séparable par

n'a pas été exposée aux agents destructeurs atmosphériques ou à des courants violents.

A mes yeux le terrain sidérolitique prendra, tant au point de vue géologique qu'à celui des emplois techniques, une importance considérable dans l'est de la France, quand on voudra le distinguer partout où il existe. Ainsi, j'en ai reconnu plusieurs lambeaux, soit sur les lignes de failles, soit sur les roches jurassiques non disloquées en dehors du voisinage de Mâcon, et je ne doute pas qu'on ne le signale plus tard sur une foule de points de cette partie du pourtour du plateau central, de manière à relier ensemble ces dépôts avec ceux de la Bresse, de la Haute-Saône, des environs de Montbéliard, de la haute Alsace et des vallées du Jura oriental.

Il n'entre pas dans le cadre étroit de cette note de rechercher les relations probables qui existent entre cette émission du terrain sidérolitique et les phénomènes qui ont affecté à la même époque les roches ignées dans le plateau central, les Vosges, la forêt-Noire et peut-être les Alpes. J'insisterai seulement sur ce point, qu'il y a eu alors des causes particulières et souterraines de décomposition des roches feldspathiques et que des eaux que l'on pourrait dire geysériennes ont amené à la surface du sol et dispersé au loin les divers produits et résidus de cette décomposition, tout en leur faisant subir un certain triage selon les localités, quelquefois sur des points très rapprochés, ou encore sur un même cratère d'éruption.

Je terminerai en disant que dans les environs de Mâcon, quand on entame la nappe des terrains argilo-sableux plus récents qui font suite à ceux de la Bresse, on trouve souvent sur la roche jurassique des traînées d'argiles sidérolitiques sous forme d'un béton grumeleux qui descend ainsi du rivage jurassique dans la plaine bressane et se relie à la série de couches d'argiles sidérolitiques dont j'ai parlé en ce moment.

Pour me résumer, je dirai que la succession des terrains de la Bresse me paraît maintenant être la suivante.

1° A la base, les argiles sidérolitiques qui rentrent dans le terrain tertiaire inférieur et ont dans le Jura suisse (voir l'ouvrage précité de M. Greppin) une faune à *Palæotherium magnum*, *P. medium*, *Anoplotherium commune*, *A. gracile*, Cuv., etc. Elles forment dans la Bresse une nappe continue presque toujours masquée par les dépôts plus récents et qui paraît être restée à peu près partout horizontale.

2° Au-dessus, viennent des argiles bleues pures ou sableuses,

avec de fréquentes couches de lignite. Elles affleurent sur plusieurs points, principalement le long du massif jurassique, et supportent le calcaire d'eau douce de Coligny et de Clériat (localité voisine). Ce calcaire contient, entre autres fossiles non encore déterminés, le *Cerithium Lamarckii*, Brong. non Desh.; on peut le rapporter au niveau du calcaire de Beauce et très probablement à celui de la *mollasse d'eau douce inférieure* de la Suisse, qui renferme aussi quelquefois des lignites (Lausanne, Berne, Delémont, etc.).

3° Sur ces dépôts d'eau douce et en discordance avec le calcaire de Coligny et Clériat et même avec les argiles placées au-dessous, viennent les dépôts divers de la mollasse marine, qui sont très atténués sur de vastes surfaces de la Bresse centrale.

4° La série tertiaire se termine par les argiles et marnes à lignite et faune de Mastodontes (Sablay) et Mélanopsides (Sablay, Mollon, Meximieux), puis par les calcaires d'eau douce de Meximieux et Montluel, les uns et les autres se rattachant à la mollasse par leur stratification et par la faune des animaux vertébrés.

La question d'âge du dépôt de cailloux dit *conglomérat bressan* reste en litige, et n'a d'incontestable que sa position sur le calcaire de Meximieux et Montluel et sous le dépôt erratique. Par-dessus celui-ci vient ce diluvium très général et très variable selon les lieux, que j'ai appelé *limon jaune* dans la Bresse, parce que dans la Bresse il est toujours jaune, dénomination qui n'a qu'une valeur locale. Ce dernier dépôt n'est pas un *lehm;* cette expression devrait, selon moi, garder sa signification originelle, et s'appliquer seulement aux dépôts qui renferment des coquilles *actuelles* fluviatiles ou terrestres.

M. Virlet d'Aoust présente les observations suivantes :

*Observations sur les inconvénients géologiques qui peuvent résulter de l'expression de terrain ou étage sidérolitique;* par M. Virlet d'Aoust.

S'appuyer, comme vient de le faire M. Benoit, sur la présence du minerai de fer pisolitique ou en grains pour désigner un horizon géologique, c'est, selon moi, s'exposer à commettre de graves erreurs, et je considère depuis longtemps la désignation d'*étage sidérolitique* donnée par Gressly (1) comme une expression

(1) Voyez *Observations sur le Jura Soleurois*, dans les *Nouveaux mémoires de la Société helvétique*, pour 1841.

qu'il conviendrait d'abandonner ; car elle menace de donner lieu à des confusions.

Certaines oolites ou pisolites ferrugineuses, telles que celles de la Franche-Comté, de la Bourgogne, du Berri, du Périgord, etc., ne sont pas, comme on l'avait supposé à une certaine époque, des débris roulés et arrondis par les eaux, ce qui leur constituerait une origine contemporaine de celle du sol, mais bien le résultat de concrétions formées par transports moléculaires postérieurement au dépôt des masses qui les renferment.

Quand on examine avec soin et en place les minerais en grains, comme je l'ai fait depuis longtemps, notamment à Autray, et dans beaucoup d'autres localités de la Bourgogne et de la Franche-Comté, on voit que ces grains sont non-seulement composés de couches concentriques à la manière des oolites calcaires qui, d'après les observations de M. Fournet, continuent à se former aujourd'hui (1), mais aussi qu'ils coupent les feuillets ou zones du terrain encaissant ; et, avec un peu d'attention, on peut parfois apercevoir ces zones se prolonger à travers les grains eux-mêmes, circonstance bien importante à noter, parce qu'elle démontre l'interposition postérieure du fer, phénomène qui nous a été si clairement révélé pour la première fois avec les grandes oolites ou nodules de fer carbonaté lithoïde, qu'on rencontre au milieu des bancs argileux zonés de l'*Oxford-clay* des environs de la Voulte (2). Cette pénétration postérieure est encore mieux démontrée par les fragments réellement roulés qu'on rencontre parfois à travers ces masses ferrugineuses ; car ils ne coupent pas les zones, mais au contraire ils sont contournés et enveloppés par elles.

J'ai d'ailleurs encore établi la preuve chimique du fait à l'aide d'analyses quantitatives qui m'ont démontré que si, comme on pouvait le supposer *à priori*, la quantité de fer varie presque avec chaque échantillon, comme il varie même dans chacune des enveloppes testacées des grains, les éléments de la roche restent exactement les mêmes pour un volume donné. Ainsi un pouce cube de minerai, par exemple, donne exactement les mêmes quantités de terres qu'un pouce cube de la masse adjacente d'argile non pénétrée par le fer.

A quoi a été emprunté ce fer ainsi amené postérieurement sur

---

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. XXXVII, p. 926.
(2) Voyez *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. II, p. 198 ; t. III, p. 150 ; et t. XV, p. 193.

certains points? Est-ce à la masse encaissante (cela ne me paraît pas probable), ou bien a-t-il été amené d'ailleurs? C'est ce que je n'entreprendrai pas de discuter en ce moment. Ce que je tiens surtout à bien démontrer, c'est que la présence du minerai de fer en grains est due à un phénomène postérieur qui a pu se produire à différentes époques, peut-être de beaucoup plus récentes que celle du dépôt qu'on veut leur faire caractériser aujourd'hui; que ces amas ont pu se former à différents niveaux, ce qui explique très bien pourquoi M. Grüner en a observé deux dépôts d'âges différents dans le département de la Loire.

Ces amas, généralement circonscrits et à formes lenticulaires plus ou moins étendues, ne se trouvent même pas toujours dans une même assise sur le même horizon, et on les voit quelquefois s'endosmoser et même se superposer. Ce sont là des faits bien connus de tous les mineurs qui travaillent pour leur compte, ne s'exposant jamais à foncer un puits, sans au préalable avoir bien sondé le terrain.

Je n'ai pas été à même d'établir une comparaison synchronique entre les minerais en grains de la Franche-Comté et ceux du Berri ou de la Dordogne ; mais on peut facilement conclure de ma manière de voir que, sans rejeter l'idée d'une contemporanéité possible entre quelques-uns de ces dépôts, je suis plus porté à croire qu'ils doivent appartenir à des époques géologiques toutes différentes, ou tout au moins occuper des niveaux différents dans une même formation.

Vouloir donc exclusivement déterminer un horizon géologique d'après un caractère aussi fugitif et purement accidentel, sans s'aider de la paléontologie ou de la stratigraphie, ce serait, je le répète, s'exposer à la confusion. Il en est des minerais de fer en grains comme des silex, soit de la craie, soit du terrain jurassique, lesquels, dus à un phénomène moléculaire postérieur parfaitement analogue, se rencontrent aussi à différentes hauteurs, sans qu'on ait jamais cherché, que je sache, à les rapporter à un seul et même niveau. Ainsi le nom de *terrain sidérolitique*, en tant qu'on y attache l'idée d'un âge géologique déterminé, est une expression malheureuse qu'il faudrait autant que possible éviter d'employer à l'avenir.

M. Lartet fait observer que les fossiles du terrain sidérolitique d'Autray appartiennent au terrain subapennin.

M. Benoit explique la présence de ces fossiles dans le minerai de fer par un remaniement.

M. Hébert demande à M. Grüner si les minerais de fer en grains du Berri sont dans une position stratigraphique analogue à celle qui vient d'être indiquée.

M. Grüner répond que les départements de la Vienne et de la Loire renferment des couches puissantes d'argiles réfractaires qu'il rapporte à l'éocène ou au miocène inférieur; dans des contrées environnantes, il existe des minerais de fer en grains, superposés à des argiles qui paraissent être sur le même niveau géologique.

M. Virlet cherche à démontrer que les grains de minerai de fer, même ceux dont les couches sont concentriques, se sont formés après le dépôt, parce qu'il a remarqué ailleurs que les lignes d'une stratification feuilletée traversent l'épaisseur des grains.

M. Benoit répond que la théorie proposée par M. Virlet ne peut pas s'appliquer au minerai sidérolitique; la question soulevée par cet habile observateur a déjà été débattue par les géologues suisses qui s'accordent généralement à considérer les grains de fer sidérolitiques comme formés pendant l'émission du dépôt; cette opinion est confirmée par tous les caractères des gisements similaires des contrées voisines de la France. Il ajoute que cette question n'entre pas dans le sujet restreint de sa communication; il n'a pour but qu'une spécification chronologique de terrains.

M. Goubert annonce qu'il a observé à Voreppe, l'année dernière, avec M. Lory, le minerai de fer en grains reposant sur la mollasse, sur le conglomérat.

M. Benoit répond que ce fait mérite considération, mais que probablement si le conglomérat cité est le même que celui de Proveysieux, le minerai est plus récent que le terrain sidérolitique; si le minerai est véritablement du terrain sidérolitique, alors le conglomérat doit correspondre aux *brèches jurassiques* des géologues suisses.

## *Séance du* 21 *mars* 1859.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. Laugel, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Mortillet (Gabriel de), ingénieur attaché au chemin de fer lombardo-vénitien, via Paradiso, 5010, à Vérone (Roy.-L.-V.), présenté par MM. Diday et Hébert ;

Roux (Léonce), à Castres (Tarn), rue des Landes, 17, présenté par MM. Noguès et vicomte d'Archiac ;

Toilliez (Albert), ingénieur au Corps royal des mines, à Mons (Belgique), présenté par MM. Élie de Beaumont et Delanoüe.

M. le Président annonce ensuite cinq présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Th. Davidson, *Palæontological notes on the Brachiopoda* (*reprinted from The geologist, march* 1859), in-8, 21 p., 2 pl.

De la part de M. Olry Terquem, *Recherches sur les foraminifères du lias du département de la Moselle* (extr. des *Mém. de l'Académie I. de Metz, année* 1857-1858), in-8, 94 p., 4 pl., Metz, 1858, chez F. Blanc.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1859, 1er semestre, t. XLVIII, n° 11.

*Annuaire de la Société météorologique de France*, t. VI, 1858, 2e part., *Bulletin des séances*, f. 13-16.

*L'Institut*, n° 1315, 1859.

*Journal d'agriculture de la Côte-d'Or*, n° 1, janvier 1859.

*Mémoires de l'Académie I. des sciences, arts et belles-lettres de Dijon*, 2e sér., t. VI, année 1857.

*Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, t. IV, 3e cahier, 1858.

*The Athenæum*, n° 1638, 1859.

*Revista minera*, t. X, n° 212, 15 mars 1859.

*The american journal of science and arts*, by Silliman, march 1859.

## *Projet de Budget pour* 1859.

### RECETTE.

| DÉSIGNATION des chapitres de la recette. | NUMÉROS DES ARTICLES. | NATURE DES RECETTES. | RECETTES prévues au budget de 1858. | RECETTES effectuées en 1858. | RECETTES prévues pour 18 |
|---|---|---|---|---|---|
| §1. Produits ordinaires des réceptions. | 1 | Droit d'entrée et de diplôme. | 500 » | 580 » | 500 |
| | 2 | Cotisations de l'année courante. | 7,680 » | 5,580 » | 7,500 |
| | 3 | Cotisations arriérées. | 3,000 » | 1,735 89 | 3,000 |
| §2. Produits extraord. des réceptions | 4 | Cotisations anticipées. | 800 » | 130 » | 200 |
| | 5 | Cotisations une fois payées. | 1,200 » | 2,400 » | 1,200 |
| §3. Produits des publications. | 6 | Vente de Bulletin. | 1,000 » | 1,082 » | 1,000 |
| | 7 | Vente de Histoire des progrès de la géologie. | 1,000 » | 1,027 50 | 1,000 |
| | 8 | Vente de Mémoires. | 700 » | 256 » | 700 |
| | 9 | Vente de Cartes coloriées. | 10 » | » » | 10 |
| §4. Recettes diverses. | 10 | Arrérages de capit. placés. 4 1/2. | 1,461 » | 1,461 » | 1,461 |
| | 11 | Arrérages de capit. placés. 3 %. | 409 » | 409 » | 409 |
| | 12 | Arrérages de capit. placés. Intérêts des obligations. | 240 » | 254 45 | 360 |
| | 13 | Encaissements de bons du Trésor | 1,000 » | 1,000 » | » |
| | 14 | Arrérages de bons du Trésor | 55 » | 55 » | » |
| | 15 | Allocation du Min. de l'Inst. publ., pour Hist. des prog. de la géol. et Mémoires. | 1,000 » | 1,000 » | 1,000 |
| | 16 | Remboursement de frais de mandats. | » » | » » | » |
| | 17 | Recette extraordin. relative au Bulletin. | 300 » | 700 » | 300 |
| | 18 | Recettes imprévues. | 40 » | 600 » | 10 |
| | 19 | Recette extraordinaire relative aux loyers des Soc. Bot. et Météor. | 800 » | 800 » | 800 |
| | | Totaux. | 20,665 » | 19,940 84 | 19,450 |
| §5. Solde du compte de 1858. | 20 | Reliquat en caisse au 31 décembre 1858. | | | 792 |
| | | Total de la recette prévue pour 1859. | | | 20,242 |

## *Projet de Budget pour* 1859.

### DÉPENSE.

| DÉSIGNATION des chapitres de la dépense. | NUMÉROS DES ARTICLES. | NATURE DES DÉPENSES. | DÉPENSES prévues au budget de 1858. | DÉPENSES effectuées en 1858. | DÉPENSES prévues pour 1859. |
|---|---|---|---|---|---|
| § 1. Personnel. | 1 | Agent. son traitement | 1,800 » | 1,800 » | 1,800 » |
| | 2 | Agent. travaux extraordinaires | 300 » | 300 » | 300 » |
| | 3 | Agent. indemnité de logement | 200 » | 200 » | 200 » |
| | 4 | Agent. gratification | 200 » | 200 » | 200 » |
| | 5 | Garçon de bureau. ses gages | 800 » | 800 » | 800 » |
| | 6 | Garçon de bureau. gratification | 100 » | 100 » | 100 » |
| § 2. Frais de logement. | 7 | Loyer, contributions, assurances | 1,550 » | 1,536 20 | 1,550 » |
| | 8 | Chauffage et éclairage | 650 » | 448 55 | 550 » |
| | 9 | Dépenses diverses | 500 » | 312 40 | 300 » |
| § 3. Frais de bureau. | 10 | Ports de lettres | 150 » | 148 56 | 150 » |
| | 11 | Impressions d'avis et circulaires | 200 » | 223 35 | 200 » |
| | 12 | Change et retour de mandats | 50 » | 14 40 | 20 » |
| § 4. Magasin. | 13 | Mobilier | 100 » | 291 85 | 100 » |
| | 14 | Bibliothèque. Reliures | 500 » | 495 50 | 500 » |
| | 25 | Bibliothèque. Frais de port | » » | » » | 300 » |
| | | Collections | 50 » | 5 50 | 10 » |
| § 5. Publications. | 16 | Bulletin. impress. papier et pl. | 7,500 » | 6,859 65 | 7,000 » |
| | 17 | Bulletin. port | 1,000 » | 967 35 | 1,000 » |
| | 18 | Histoire des progrès de la géologie | 3,200 » | 3,740 45 | 1,500 » |
| | 19 | Mémoires. achat d'exemplaires | 2,000 » | 500 » | 2,200 » |
| | 20 | Mémoires. dépenses supplément. | 100 | » » | 100 » |
| | 21 | Mémoires. menus frais | 50 » | » » | 10 » |
| § 6. Emploi de capitaux. | 22 | Placement de capitaux | 1,200 » | 2,842 05 | 1,200 » |
| | 23 | Avances remboursables | 50 » | » » | 20 » |
| | 24 | Placements momentanés sur le Trésor | » » | » » | » » |
| | | | 22,250 » | 21,295 80 | 20,110 » |

BALANCE.

La recette étant évaluée à . . . . . 20,242 fr. 29 c.
La dépense à . . . . . 20,110 »

Il y aura excédant de recette de . . . . . 132 fr. 29 c.

Ce projet est adopté sans discussion.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante :

### *Note sur une nouvelle espèce d'Isis fossile ;* par M. Jean Capellini (Pl. XII).

Lorsqu'en 1830 M. Guidoni annonça à M. le professeur Savi la découverte de fossiles dans les montagnes du golfe de la Spezia, il signala entre autres l'existence de restes qu'il jugeait appartenir à un animal amphibie. Les trois échantillons qu'il possédait

étaient à son avis : le premier, un fragment de mâchoire avec des restes de trois dents de forme conique ; le second, une nageoire ; et le troisième un squelette, de deux pouces de longueur, appartenant à un petit amphibie (1).

Comme M. Guidoni indiquait dans la même couche la présence d'Orthocératites, d'autres avaient cru que le prétendu fragment de mâchoire serait plutôt une portion de Trilobite ; mais, après que tout cela fut déposé au Muséum de Pise, les paléontologistes reconnurent comme des alvéoles de Bélemnites les supposées Orthocératites, et les débris en question furent déclarés insuffisants pour qu'on pût juger même à quel règne il aurait fallu les rapporter (2).

Les recherches paléontologiques entreprises par moi depuis quelques années dans les montagnes de la Spezia ne furent pas pendant longtemps très heureuses au sujet de ce fossile problématique ; cependant j'avais bien observé que ses débris caractérisaient des couches de calcaire jurassique, les premières (dans la série descendante) où se rencontrent des restes de Bélemnites et d'Ammonites. Ce calcaire est exploité dans plusieurs endroits comme pierre à bâtir ; les stratifications étant fortement inclinées, les abondantes pluies automnales dénudent les calcaires d'une petite couche schisteuse argileuse dans laquelle ils sont intercalés, et alors on y aperçoit les fossiles en général à l'état de limonite, très rarement conservés en pyrite.

Au mois d'octobre 1856 une de ces dénudations eut lieu et plusieurs des fossiles dont il est question se voyaient à la surface des calcaires des carrières, dites de Caporacca, à la base du mont Coregna.

L'échantillon le plus complet, dessiné d'après nature et réduit au dixième de sa grandeur originale, est représenté par la fig. 1, planche XII ; la fig. 2 indique des parties, de grandeur naturelle, du même fossile ; les segments noirs sont à l'état de limonite, les autres sont changés en spath calcaire.

Le croquis fig. 3 représente encore un échantillon assez complet mis à découvert par les pluies de septembre 1857 ; il avait à peu près un mètre de longueur, et, comme on le voit, d'après le

---

(1) Voyez Guidoni, *Lettera sui fossili recentemente scoperti nelle montagne della Spezia* (*Nuovo giornale dei letterati*, Pisa, 1830, p. 34-35).

(2) Voyez Savi et Meneghini, *Considerazioni sulla geologia toscana*, Firenze, 1851, p. 87.

dessin, il venait à l'appui de la constance de certains caractères spéciaux à notre fossile.

Les échantillons trouvés par M. Guidoni, comparés avec ceux que j'ai figurés, ne représentent autre chose que des fragments rapportables aux rameaux de la base. D'après une première inspection, on peut apercevoir la grande analogie qui se trouve entre le fossile de la Spezia et certains polypiers phytoïdes de la famille des Gorgonides; mais ses rameaux, composés de portions à l'état de limonite alternant avec d'autres changés en spath calcaire, nous permettent d'aller plus loin. En effet, cette différence de fossilisation démontre une différence bien tranchée dans la substance originaire, et cela justement se rencontre dans les *Isidiens* et surtout dans le genre *Isis*, auquel le fossile dont il est question doit, par l'ensemble de ses caractères, être rapporté.

Ce genre, dont deux espèces ont été trouvées fossiles, l'une (*I. spiralis*, Morren) dans la craie de Ciply, l'autre (*I. melitensis*, Goldfuss) dans le miocène de Malte et de Turin, est encore représenté actuellement par plusieurs espèces. D'après l'opinion de notre confrère M. Michelin, l'*Isis elongata*, Lamarck, qui se trouve dans la Méditerranée, rappelle assez bien notre Isis fossile; cependant il croit que par des différences bien nettes elle doit être considérée comme une espèce distincte.

D'après le conseil du même savant, nous avons cru devoir faire connaître à la Société géologique ce nouveau fossile, pour que, si on venait à en découvrir d'analogue dans des localités moins incontestées que les terrains de la Spezia, quelque lumière pût être enfin jetée sur cette localité qui a toujours mérité l'attention des géologues. Comme souvenir du gisement où la nouvelle Isis a été rencontrée jusqu'à présent, nous avons pensé devoir la distinguer par le nom de *Isis coregnensis*, et avec la phrase suivante :

*Isis coregnensis*, Cap.

*Isis longe ramosa; ramis dicotomis, teretibus; articulis cylindricis striatis, internodiis brevioribus distinctis.*

Cette espèce présente l'important caractère d'avoir les expansions radiculaires de la base composées de fragments alternatifs de deux substances différentes, tandis que l'*Isis elongata* et surtout l'*Isis gracilis*, Lamouroux, des Antilles, ont les radicules de la base entièrement calcaires.

A partir d'un rameau unique beaucoup plus court que les autres,

la multiplication se fait toujours par dichotomie. Les segments changés en limonite sont en général beaucoup plus longs que ceux qui sont calcaires. La tendance d'un rameau à se partager en deux est indiquée par la dépression longitudinale médiane de plusieurs segments qui la précèdent, fig. 2 *b*.

M. d'Archiac donne lecture d'une note relative à la nouvelle édition de la *Siluria* de sir Rod. Murchison :

*Note sur la troisième édition de* Siluria, par M. d'Archiac.

J'ai été chargé par M. le Président d'exposer à la Société les principaux changements que sir R. Murchison a apportés à la dernière édition de *Siluria ;* mais pour ceux de nos Confrères qui n'auraient pas l'ouvrage sous les yeux, je crois nécessaire de rappeler d'abord en peu de mots, par quel enchaînement d'observations et de déductions successives, l'idée fondamentale de ce livre, résultat de l'examen d'une petite portion de l'Angleterre, a fini par s'étendre à tout le globe. Ce sera l'objet de l'*Introduction* de cette note. J'examinerai ensuite comparativement les diverses éditions de l'ouvrage, et je terminerai par un *Tableau numérique de la faune silurienne d'Angleterre.*

*Introduction.*

Ce fut à la réunion de l'Association britannique à York, en septembre 1831, que M. Murchison communiqua les premiers résultats de ses recherches sur le terrain de transition des comtés de l'ouest et du pays de Galles. Les années suivantes il continua ses explorations, qui firent l'objet de plusieurs notes présentées à la Société géologique de Londres. Au mois de juin 1835, rejetant comme fausse et inapplicable à son sujet l'ancienne et vague dénomination générale de *grauwacke*, il proposa celle de *système silurien* pour désigner une série de couches de plusieurs milliers de mètres d'épaisseur, offrant dans leurs faunes certains caractères généraux communs, et développées surtout dans la partie occidentale de la Grande-Bretagne qu'habitaient les anciens Silures. Il divisa ce système en deux groupes : le supérieur comprenant les couches de *Ludlow* et de *Wenlock*, l'inférieur celles de *Caradoc* et de *Llandeilo.*

Depuis ce moment jusqu'en 1839, époque à laquelle parut le *Silurian system*, l'auteur ne cessa point de perfectionner son œuvre

par de nouvelles études, et de s'éclairer par les discussions auxquelles donnaient lieu ses fréquentes lectures à la Société géologique; aussi doit-on recommander aux jeunes géologues l'*histoire* des phases successives par lesquelles a passé le *Silurian system*, comme un enseignement instructif et le meilleur exemple de ce que peuvent, pour atteindre un but proposé, l'activité, un esprit indépendant et une grande persévérance.

Cet ouvrage ne fut cependant, pour M. Murchison, que le point de départ d'un vaste ensemble de travaux qu'il a continués sans interruption jusqu'à ce jour. Ainsi, de 1837 à 1839, à la suite d'études faites en commun avec M. Sedgwick dans le Devonshire, et guidé par les déductions paléontologiques de M. Lonsdale, il obtint un résultat encore plus inattendu peut-être que le précédent. C'était la démonstration de l'existence d'un représentant jusque-là méconnu de l'*old-red-sandstone*, avec des caractères minéralogiques très différents de ceux de ce dernier, et une faune également différente, mais qui indiquait des formes intermédiaires entre celles du système silurien qui l'avaient précédée et celles du système carbonifère qui l'avaient suivie. Ces conclusions, étendues ensuite par les auteurs au Bas-Boulonnais, à la Belgique, à l'Eifel, aux provinces rhénanes, au Fichtelgebirge, au Harz, révélèrent tout un ensemble de dépôts liés par des caractères zoologiques communs, et qui reçut alors, en y comprenant l'*old-red-sandstone*, le nom de *système dévonien*.

MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, ayant consacré les étés de 1840 et 1841 à parcourir la Russie d'Europe et les deux versants de l'Oural, remarquèrent que les sédiments, appuyés au pied occidental de cette chaîne, et placés entre les roches secondaires proprement dites et la série carbonifère à laquelle ils se rattachaient par certaines formes organiques, offraient un développement beaucoup plus complet que les dépôts correspondants ou contemporains, connus en Allemagne sous les noms de grès rouge (*Rothe todt liegende*), de schistes cuivreux et de zechstein, en Angleterre sous celui de *magnesian limestone*, etc., et ils n'hésitèrent pas à désigner le tout sous le nom de *système permien*, nom emprunté au gouvernement de Perm, où cet ensemble de couches acquiert sa plus grande importance.

Dès lors fut définitivement constituée, dix ans après les premiers essais de M. Murchison, cette grande unité du *terrain paléozoïque* divisé en quatre systèmes : *silurien*, *dévonien*, *carbonifère* et *permien*. La *Géologie de la Russie d'Europe et des monts Ourals*, publiée en 1845, vint consacrer ensuite l'une des plus fécondes et

des plus brillantes conquêtes de la science moderne, en démontrant la constance des caractères de ces quatre systèmes, depuis les îles Britanniques jusqu'aux frontières de l'Asie. En étendant ainsi à tout le terrain de transition les principes qu'avaient si heureusement appliqués Alex. Brongniart et Brocchi au terrain tertiaire, W. Smith aux formations crétacée et jurassique, et d'Alberti au trias, M. Murchison nous a fait remonter dans l'histoire du globe jusqu'aux premiers rudiments de la vie; il a complété le vaste édifice dont la base manquait encore, et il a confirmé les lois qui avaient permis d'en poser d'avance le couronnement.

Mais bien loin de croire sa tâche accomplie, notre savant confrère se remit à étudier de nouveau, non-seulement les diverses parties de l'Angleterre, de l'Écosse et de l'Irlande qui se rapportaient à son sujet, mais encore, et à plusieurs reprises, l'Italie, les Alpes, l'Allemagne et une grande portion de la presqu'île Scandinave, partout observant attentivement, partout cherchant l'application des règles stratigraphiques et paléontologiques qu'il avait découvertes, sans négliger pour cela d'éclaircir, avec sa sagacité habituelle, les autres questions qu'il rencontrait çà et là sur sa route.

Dès l'apparition du *système silurien*, les géologues, qui jusque-là étaient restés incertains sur la classification des terrains anciens, parce qu'ils n'avaient pu y trouver, comme dans les dépôts plus récents, des horizons nettement caractérisés par leurs faunes, s'empressèrent de suivre ce nouveau guide. Les divisions paléozoïques furent successivement reconnues dans les autres parties de l'Europe que n'avait pas visitées M. Murchison. Ainsi, les quatre systèmes furent constatés en France; au sud, dans la péninsule Ibérique, les systèmes silurien, dévonien et carbonifère ont été signalés, tandis qu'en Sardaigne, c'est le premier et le troisième, et dans la péninsule Italique, ce dernier seulement. Au nord, sous les glaces du Spitzberg, la faune et la flore carbonifères ont montré des représentants incontestables, et peut-être même y ont-elles été suivies de la faune permienne?

Les couches dévoniennes se révèlent sur divers points de l'Asie Mineure; dans la haute Arménie, au pied de l'Ararat, elles sont recouvertes de couches à Fusulines; elles forment l'axe de l'Elbourze de Perse, s'appuyent contre le versant nord de l'Altaï oriental, accompagnées de dépôts carbonifères, comme dans le Pendjab, au sud, tandis que les roches siluriennes s'élèvent au centre même de l'immense massif de l'Himalaya. Plus au nord-est, les sédiments paléozoïques se prolongent vers les bords de la mer d'Ochotsk, et

le vaste empire de la Chine a déjà fourni la preuve que les faunes silurienne, dévonienne et carbonifère y sont représentées aussi bien que les dépôts houillers proprement dits.

Mais c'est surtout dans l'Amérique du Nord que la classification de M. Murchison a reçu la plus éclatante confirmation, de la part des géologues du pays et mieux encore de la part de ceux qui, d'abord familiarisés avec les caractères des divers systèmes en Europe, ont pu les comparer ensuite directement avec leurs équivalents de l'autre côté de l'Atlantique. S'étendant jusqu'au delà du cercle polaire, les roches siluriennes, dévoniennes et carbonifères offrent un développement en surface et en épaisseur plus considérable que dans aucune autre partie de la terre, et, là encore, les quatre divisions de l'Europe ont été complétées par la découverte récente de roches permiennes au Nouveau-Mexique, et à l'est dans le Kansas et le Nebraska, caractérisées aussi par des fossiles analogues à ceux des plaines de la Russie.

Si la portion des continents et les îles placées entre les tropiques n'ont pas jusqu'à présent offert de dépôts paléozoïques bien caractérisés par leur faune, excepté dans la Bolivie, l'hémisphère austral situé au delà, autant que l'étendue plus restreinte des terres émergées permettait de le prévoir, nous offre, sur beaucoup de points, des équivalents au moins des trois systèmes inférieurs. Dans l'Amérique méridionale, les îles Falkland, l'extrémité sud de l'Afrique, enfin, dans presque toute la portion orientale de l'Australie on retrouve la contre-partie des systèmes silurien, dévonien et carbonifère de l'hémisphère boréal.

Cet ensemble d'observations recueillies durant un laps de vingt-cinq ans, dans des contrées si diverses, et qui viennent toutes se ranger avec une si remarquable exactitude dans le cadre tracé par sir R. Murchison, est sans doute le résultat le plus frappant que la géologie ait enregistré dans ses annales pendant ce même quart de siècle, et l'on pourrait dire de cette classification qu'elle aussi a fait le tour du monde, partout accueillie avec empressement, partout justifiée par les faits, partout apportant la lumière au milieu du chaos.

*Siluria.*

1re *Édition.* — Mais si toutes ces découvertes se trouvaient ainsi coordonnées par rapport à la science en général, on pouvait désirer qu'une même plume vînt les coordonner pour l'utilité de ceux qui la cultivent, et personne, on le conçoit, ne pouvait mieux

remplir cette tâche que sir Murchison lui-même. Aussi n'hésita-t-il pas à s'en charger, et il publia en 1854, sous le titre de *Siluria*, un volume de 500 pages, accompagné d'une carte géologique de la partie occidentale de l'Angleterre, de 37 planches de fossiles reproduites d'après celles du *Silurian system* et d'un grand nombre de dessins sur bois insérés dans le texte et représentant des vues pittoresques, des coupes stratigraphiques et des fossiles.

Dans cet ouvrage, divisé en dix-huit chapitres, l'auteur, fidèle à son titre, a traité plus particulièrement du système silurien que des autres divisions paléozoïques sur lesquelles il passe rapidement. Ainsi les huit chapitres qui suivent l'*Introduction* sont consacrés au système silurien des îles Britanniques; le X^e^ au système dévonien et le XI^e^ au système carbonifère du même pays. Le XII^e^ traite du système permien des diverses contrées de l'Europe, et le XIII^e^ présente un coup d'œil général des trois systèmes inférieurs dans la Russie et la Scandinavie (1). L'ensemble du terrain paléozoïque est ensuite tracé avec ses quatre divisions dans le centre de l'Europe (chap. XIV), dans le sud du même continent (chap. XV) et dans l'Amérique du Nord (chap. XVI). Le mode de formation de l'or et sa distribution ultérieure dans les détritus épars à la surface de la terre sont l'objet du chap. XVII. Enfin, le chap. XVIII renferme les conclusions et des vues générales sur la succession des êtres organisés depuis leur première apparition. Dans un *appendice*, l'auteur a rassemblé quelques observations et l'indication de plusieurs faits particuliers qui n'avaient pu trouver place dans le corps du volume.

3^e^ *Édition* (2). — L'importance et l'intérêt de cet ouvrage qui offrait ainsi réunis les principaux résultats épars dans de nom-

---

(1) M. Murchison a publié depuis sur ce sujet un travail particulier intitulé : *The silurian rocks and fossils of Norway*, etc. Les dépôts et les fossiles siluriens de la Norwége, décrits par M. T. Kjerulf et ceux des provinces baltiques de la Russie par M. F. Schmidt, comparés avec leurs équivalents en Angleterre (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, février 1858). Voyez aussi un *rapport verbal* par M. d'Archiac (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, vol. XLVII, p. 469, 1858).

(2) *Siluria. The history of the oldest fossiliferous rocks and their foundations*, etc. *Third Edition* (*including* « *The silurian System*, ») in-8. Londres, 1859. L'auteur, en indiquant ici pour la première fois que l'ouvrage comprend le *Silurian system*, publié en 1839 (2 vol., in-4, avec carte en trois feuilles), a pu croire que cela suffisait pour qu'on le considérât comme une *troisième édition*; mais un biblio-

breuses publications en favorisèrent la vente rapide, et bientôt l'auteur dut songer à en donner une seconde édition. Comme pendant ce court intervalle il n'avait pas cessé de poursuivre ses recherches dans les îles Britanniques ainsi que sur le continent, et de se tenir au courant des découvertes des autres observateurs, on conçoit que ce nouveau travail devait avoir tout l'attrait d'une publication originale. La science avait perdu au mois de juin 1855 sir H.-T. de la Bèche, à qui la première édition de *Siluria* avait été dédiée; M. Murchison, qui lui succéda dans les hautes fonctions de directeur général du *Geological survey*, inscrivit, en tête de la seconde, *A mes amis, Édouard de Verneuil, Alexandre de Keyserling* et *Joachim Barrande* : les deux premiers, en souvenir de nos travaux communs en Russie, et de ceux que l'un a exécutés depuis en France, en Espagne et aux États-Unis et que l'autre a étendus au bassin de la Petschora; le troisième, pour avoir constaté, par l'étude la plus approfondie, qu'au centre de l'Allemagne les dépôts siluriens inférieurs et supérieurs constituent aussi une grande division parfaitement naturelle. On ne pouvait donc pas se montrer à la fois plus juste appréciateur du mérite et ami plus constant.

Ce volume, qui parut au commencement de janvier dernier, contient, de plus que le précédent, cent pages de texte, 4 planches doubles de polypiers, reproduites d'après celles du *Silurian system*, et de nombreux dessins sur bois représentant des vues pittoresques, des coupes stratigraphiques et des fossiles nouveaux. Sans nous astreindre à suivre les changements de détail apportés à chaque chapitre, nous allons signaler les faits les plus essentiels et les résultats les plus importants ajoutés à cette édition.

Pages 12, 195-199 et *Appendice* B. L'une des difficultés que présente la géologie ancienne de l'ouest de l'Angleterre est la détermination de la base même des roches de sédiment, leur véritable *substratum* ne se montrant nulle part. M. Murchison avait bien tracé la limite de son système silurien entre les roches du Schropshire, désignées sous le nom de *stiper-stones*, et les schistes de Longmynd, mais jusqu'où s'étendaient ensuite ces derniers ou leurs équivalents rangés sous la dénomination de *Système cambrien?* C'est ce qui restait à déterminer.

---

graphe n'admettra point cette interprétation; pour lui le *Silurian system* restera un ouvrage à part, et le *Siluria* de 1859 ne sera que la *deuxième édition* du *Siluria* de 1854.

En Écosse, sur les côtes occidentales des comtés de Ross et de Sutherland, notre savant confrère a été plus heureux. Il a reconnu depuis peu que le gneiss ancien était recouvert, à stratification discordante, par des masses de conglomérats et de grès, confondues autrefois avec l'*old-red-sandstone*, mais qui appartiennent en réalité à la période cambrienne, puisqu'elles sont à leur tour surmontées transgressivement par des quartzites et des calcaires cristallins remplis de fossiles de l'étage silurien inférieur ou de Llandeilo. Le dessin, qui sert de frontispice au volume actuel, montre la série de ces diverses roches à l'ouest de Inchnadamff sur le Loch-Assynt dans le Sutherland. Les hautes montagnes de Queenaig, composées de grès bruns horizontaux et de conglomérats, sont du même âge que les roches analogues de Longmynd, dans le Shropshire et d'Harlech dans le pays de Galles, placées sous la série silurienne. Mais sur ces derniers points il n'y a pas de discordance; les couches cambriennes passent insensiblement vers le haut aux couches siluriennes, de sorte que le laps de temps pendant lequel se sont développés les strates à Lingules a été, dans le nord-ouest de l'Écosse, marqué par une dislocation. Les fossiles des calcaires cristallins de Durness et d'Assynt subordonnés aux quartzites sont de l'étage de Llandeilo et indiquent un niveau un peu supérieur à l'horizon du grès de Potsdam dans l'Amérique du Nord, équivalent des couches à Lingules d'Angleterre, des schistes alunifères de la Scandinavie et de la faune primordiale de la Bohême.

Page 94. Un sujet auquel M. Murchison a consacré le chapitre V est la distinction d'un nouveau terme dans la série silurienne, terme formé aux dépens de la partie supérieure de l'étage de Caradoc, appelée précédemment *upper Caradoc*, et placé par conséquent entre les groupes siluriens inférieur et supérieur. Il le désigne sous le nom de *Roches* ou d'*étage de Llandovery*, d'après le district où ses relations stratigraphiques sont le plus apparentes. Il est caractérisé, dans toute son étendue, par certaines espèces de Pentamères qui ne se montrent ni au-dessus ni au-dessous et par quelques autres coquilles qui ne s'élèvent point dans l'étage de Wenlock du groupe supérieur. Les autres caractères sont intermédiaires et le développement des couches varie suivant les localités. Bien que celles-ci ne soient pas reconnaissables dans le nord et le centre de la région silurienne, la partie inférieure de l'étage est parfaitement développée et sur de grandes étendues dans le sud du pays de Galles autour de Llandeilo. Au nord de cette ville, où les assises désignées sous le nom de *Llandeilo flags* sont recouvertes par l'équivalent de l'étage de Caradoc ou de Bala, les strates de ce der-

nier passent insensiblement vers le haut à un grès grossier, quelquefois à un conglomérat avec des Pentamères.

Sur la rive gauche de la Towy, et surtout dans l'espace compris entre la Sowdde et Noeth Grüg au nord de Llandovery, les grès, les argiles schisteuses avec des conglomérats à la base, reposant aussi sur les couches de Caradoc, forment une rangée de collines remplies de fossiles caractéristiques. Cet étage se continue au nord-est par Llandovery et les parties élevées de Mwmfre, où les roches plus quartzeuses constituent des collines arides d'environ 500 mètres d'altitude. Dans cette petite région sauvage et inhabitée, on voit un développement complet de toutes les assises, depuis l'étage de Bala ou de Caradoc, les grès de Llandovery (partie inférieure de l'étage) sa partie supérieure (équivalent des grès de May-Hill), les argiles de Tarannon ou *schistes clairs*, les étages de Wenlock et de Ludlow, jusqu'à la base de l'*old-red-sandstone*. C'est d'ailleurs jusqu'à présent la seule localité où les deux parties de l'étage à Pentamères aient été observées réunies et en relation directe avec les divisions plus anciennes et plus récentes.

M. Murchison étudie ensuite les caractères de l'assise supérieure dans le Radnorshire, le Shropshire, le Herfordshire, etc., où elle est surtout caractérisée par les *Pentamerus oblongus* et *lens*, la *Rhynchonella decemplicata*, le *Strophomena compressa*, etc., associés avec quelques espèces du groupe silurien inférieur, un assez grand nombre du supérieur, et d'autres enfin qui se montrent à la fois dans les deux. Sur la pente occidentale des collines de Malvern formées de roches ignées, les grès et les conglomérats à Pentamères ont environ 200 mètres d'épaisseur. Ils sont placés entre les grès et les schistes siluriens inférieurs, les calcaires de Woolhope ou de Wenlock. Ils constituent une bande étroite, presque continue jusqu'à l'extrémité nord des collines d'Abberley, sur une étendue de 34 milles. A 9 milles au sud des collines de Malvern, les assises supérieures de l'étage de Llandovery reparaissent dans les collines de May et de Huntley (Gloucestershire) où elles sont également surmontées du groupe silurien supérieur. Mais ici, comme dans les localités précédentes, il existe un grand hiatus dans les étages les plus bas du système, qui manquent plus ou moins complétement. Enfin, le point le plus oriental de l'Angleterre où affleure l'assise supérieure de celui de Llandovery se trouve dans les collines de Lickey (Worcestershire) et près de Barr (Staffordshire) où elle supporte les dépôts les plus élevés des environs de Dudley et de Walsall.

Page 157. Un tableau dû à M. Talbot Aveline, montrant huit

coupes détaillées comparatives de la composition du système silurien de l'Angleterre, met bien en évidence les variations qu'il éprouve sur ces divers points par l'absence d'un ou de plusieurs termes de la série, par la différence d'épaisseur de ceux qui persistent, etc.

Pages VI, 270, 556, 571. Dans le chapitre XI où M. Murchison traite de l'*old-red-sandstone* ou système dévonien des Iles Britanniques, il a aussi apporté des changements à l'ancienne classification. Ainsi les coupes prises sur les bords de la région silurienne montrent que la zone qui contient les *Cephalaspis* et les *Pteraspis* est la base réelle de tout le système, et qu'elle passe régulièrement et graduellement aux premières roches siluriennes placées dessous. Il en résulte que les grès en dalles de Caithness en Écosse, et leur prolongement dans les comtés de Ross et de Moray, qui renferment aussi les mêmes poissons, fort différents de ceux de la zone à *Cephalaspis* de l'Angleterre et du Forfarshire, qui, enfin, reposent sur des grès et des conglomérats rouges très puissants, ne peuvent plus être considérés comme la base de l'*old-red-sandstone*, mais qu'ils doivent constituer un horizon distinct, plus élevé, placé vers le milieu de la série dévonienne.

Près de Kirkwall, capitale des Orkneys, des grès en dalles, semblables à ceux de Caithness, contenant les mêmes restes de plantes et de poissons, reposent sur un grès rouge inférieur. Ils sont surmontés, dans plusieurs des îles voisines, par un autre grès, ordinairement de teinte claire ou jaunâtre, taché de rouge, dont on voit une magnifique coupe à Hay-Head et qui forment à eux seuls une falaise verticale de plus de 300 mètres de hauteur. Toute la série se voit également à Pomone. C'est dans l'assise supérieure qu'ont été trouvés depuis peu les nombreux fossiles du comté de Moray, et les grès à *Telerpeton elginense* et à *Stagonolepis Robertsoni*, reptiles d'un ordre assez élevé, font également partie de ce niveau.

Les recherches de l'auteur pendant les années 1854 à 1857 ont beaucoup étendu ses connaissances sur le *système permien* de l'Allemagne, et il s'est de plus en plus convaincu de l'exactitude des déductions auxquelles il était arrivé dès 1841. Par le concours de preuves à la fois stratigraphiques et paléontologiques il a aussi acquis la certitude que le *rothe-todt-liegende* ou le nouveau grès rouge inférieur des géologues anglais était la base de la formation.

Les roches permiennes de l'Allemagne, dit sir R. Murchison (p. 346), diffèrent principalement de celles de la Russie par leurs caractères pétrographiques, puis en ce qu'elles montrent un beau-

coup plus grand développement de la masse inférieure (*rothe-todtliegende*) sur de vastes étendues, et parce qu'elles ne contiennent pas vers le haut, dans les couches rouges placées au-dessus du *zechstein*, les plantes nombreuses et les débris de sauriens qui caractérisent le grès permien supérieur, ainsi que les conglomérats de la Russie. D'un autre côté, par la découverte en Allemagne de plantes dans les roches rouges *au-dessous* du zechstein, plantes qui en Russie sont aussi dans des couches rouges, mais *au-dessus* de cet horizon, tous les termes de la formation se trouvent reliés par des caractères organiques communs. Pris dans son ensemble, on pourrait donc considérer le système permien de l'Allemagne comme un *trias paléozoïque* ou *inférieur* dont le zechstein occuperait la partie moyenne avec des grès rouges au-dessus et au-dessous, de même que le *trias supérieur* ou *secondaire* a sa partie moyenne occupée par le muschelkalk placé entre le grès bigarré et les marnes irisées.

Par suite de nombreuses additions, les matières comprises dans le chapitre XIV de la première édition de *Siluria* ont été partagées pour former les chapitres XV et XVI de la seconde. Ainsi le chapitre XV traite de la série paléozoïque de l'Allemagne, et il comprend une esquisse générale des caractères des roches anciennes qui s'étendent à l'ouest de la Pologne et de la Turquie d'Europe aux Alpes et aux Carpathes, puis un aperçu des systèmes dévonien, carbonifère et permien de la Silésie et de la Moravie, les dépôts siluriens de la Bohême, et enfin les dépôts siluriens inférieurs, dévoniens et carbonifères de la Saxe, du Thuringerwald, etc. Nous ne pouvons suivre l'auteur dans les détails qu'il a réunis sous ce titre complexe, et où l'on trouve coordonnées, avec ses propres observations, celles des géologues allemands qui l'ont précédé. Nous dirons seulement qu'après avoir rappelé le fait qu'il avait signalé en 1839 avec M. Sedgwick, savoir : que les mêmes mouvements d'élévation et de dislocation avaient affecté la grauwacke ancienne (couches siluriennes inférieures) aussi bien que le système dévonien et la série carbonifère inférieure, en les séparant brusquement de la supérieure, M. Murchison ajoute que ce grand caractère stratigraphique, si prononcé en Allemagne et en France, a cependant des limites bien définies même en Europe, et qu'il n'est encore qu'un phénomène local, puisqu'il ne s'étend pas à l'est en Russie ni à l'ouest en Angleterre. Dans cette région de l'Allemagne centrale, dans le Thuringerwald comme dans le Harz, il y a une relation directe entre les caractères physiques ou l'orographie du pays et les éruptions de roches ignées.

Tous les dépôts anciens qui finissent avec les couches carbonifères inférieures, dirigés d'abord du N.-E. au S.-O., ont été tellement affectés par l'arrivée des porphyres et des autres roches pyrogènes de la dernière période permienne, que les deux chaînes ont dû prendre une direction à angle droit avec celle qu'elles avaient dans l'origine.

Dans le chapitre XVI sont décrites au même point de vue les roches paléozoïques du Harz, des provinces rhénanes, de la Prusse et de la Belgique. Dans la première édition de *Siluria* se trouvait un tableau où M. Murchison avait mis en regard de sa classification celle qu'avait adoptée A. Dumont; mais dans l'édition actuelle, il fait remarquer que les divisions basées sur les caractères minéralogiques de chaque masse successive et indépendamment des caractères zoologiques ne s'accordent point avec le principe fondamental de la géologie sédimentaire moderne, et il donne un nouveau tableau qui, reposant sur des bases plus vraies et applicables à de grandes surfaces terrestres, représente la composition et la distribution des roches paléozoïques supérieures de l'Europe, à partir des couches siluriennes les plus élevées jusqu'au système permien inclusivement. Chacun des systèmes dévonien, carbonifère et permien, y est divisé en trois groupes : *supérieur*, *moyen* et *inférieur*, en regard desquels sont mentionnés les fossiles les plus caractéristiques, les localités principales de l'Angleterre et celles des diverses parties de l'Europe. Un coup d'œil jeté sur ce tableau (p. 432) en dit plus que bien des volumes.

Un autre tableau fort important aussi (p. 472) est celui qui représente, d'après M. Ramsay, la série laurentienne, huronienne, silurienne et dévonienne du Canada, de l'État de New-York, etc., comparée avec ses équivalents dans les îles Britanniques et accompagnée des principaux fossiles caractéristiques placés en regard de chaque division.

Enfin l'appendice A (p. 531) comprend la liste des fossiles siluriens de la Grande-Bretagne, rangés dans un ordre zoologique avec l'indication de la distribution des espèces dans les sept divisions ou étages ; mais nous devons faire sur ce travail, dû à deux savants paléontologistes, MM. Salter et Morris, la remarque que nous avons déjà présentée ailleurs sur des listes analogues exécutées en Angleterre, savoir, l'absence d'un résumé numérique qui exprime : 1° le total des genres et des espèces de chaque classe ; 2° le total des espèces dans chaque division géologique ; 3° les rapports des espèces communes à la fois à deux ou à un plus grand nombre de divisions, de manière à pouvoir en déduire le

degré d'importance de leurs relations zoologiques, et par suite l'analogie ou la différence des circonstances dans lesquelles elles se sont déposées. Par ce moyen seul, on peut se faire une idée de la distribution des espèces, des genres et des classes dans les divers termes de la série. Nous donnerons ci-après ce tableau numérique déduit des recherches de MM. Salter et Morris, comme nous l'avons déjà fait pour les formations crétacée et jurassique de l'Angleterre (1).

On voit, en résumé, que, fidèle à son plan, et sans sortir du cadre qu'il s'était primitivement tracé, sir R. Murchison a su donner à cette édition de *Siluria* tout l'intérêt d'un livre nouveau, par le grand nombre de faits inédits qu'il y a introduits, par des aperçus généraux plus complets, par un examen plus approfondi de certaines questions restées douteuses, par l'addition de tableaux qui, en condensant les matières sous une forme plus facile à saisir et à retenir, en facilitent l'intelligence et aident la mémoire; enfin, par d'importantes additions iconographiques qui répandent de la variété dans la lecture, y ajoutent de l'agrément et contribuent, plus qu'on ne le croit, à graver les faits dans la pensée.

*Siluria*, dont nous espérons que l'auteur donnera encore plus d'une édition, restera toujours comme le magnifique couronnement d'un vaste ensemble de travaux dont les annales de la science nous offrent peu d'exemples.

### *Faune silurienne d'Angleterre.*

Le tableau ci-contre fait voir, autant que permettent d'en juger nos connaissances actuelles, quelle a été la marche des phénomènes biologiques ou le mouvement de la vie pendant la période silurienne en Angleterre. Considérée dans son ensemble, cette faune, moins riche que celles de la Bohême et de la Scandinavie, montre, vers le milieu de la période, deux *maxima* de développement séparés par un affaiblissement du mouvement vital, et, à chaque extrémité, deux *minima* également comparables.

Ainsi, des 934 espèces d'animaux répartis dans 238 genres, 17 seulement apparaissent dans les couches à Lingules les plus basses de la série; c'est le premier *minima* (2). L'étage de Llandeilo,

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, vol. IV, p. 109, 1851; et vol. VI, p. 154, 1856.

(2) Nous avons replacé dans cette division 3 espèces d'*Olenus*, provenant des schistes noirs des collines de Malvern, indiqués par

*Tableau numérique de la flore et de la faune siluriennes d'Angleterre.*

| CLASSES, ORDRES ET FAMILLES. | Nombre des genres. | Nombre des espèces. | ÉTAGES SILURIENS. 1 Couches à Lingules. | 2 Étage de Llandeilo. | 3 Id. de Caradoc et de Bala. | 4 Id. de Llandovery. | 5 Id. de Wenlock. | 6 Id. de Ludlow. | 7 Couches de passage. | Espèces communes à 2 étages. Espèces communes aux étages 1 et 2. | 2 et 3. | 2 et 6. | 3 et 4. | 3 et 5. | 3 et 6. | 4 et 5. | 4 et 6. | 5 et 6. | 6 et 7. | Id. à 3. Espèces communes aux étages 2, 3 et 4. | 3, 4 et 5. | 3, 4 et 6. | 3, 5 et 6. | 4, 5 et 6. | Id. 4. Espèces communes aux étages 2, 3, 4 et 5. | 3, 4, 5 et 6. | 4, 5, 6 et 7. | Id., à 5. Espèces communes aux étages 2, 3, 4, 5 et 6. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FLORE | 8 | 13 | 1 | 5 | » | 1 | » | 6 | 1 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 1 | | | | | | | | | |
| FAUNE. Amorphozoaires | 5 | 6 | » | » | 3 | 2 | 3 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 1 | | | | | | | |
| Polypiers | 33 | 84 | » | 4 | 23 | 26 | 66 | 10 | » | » | » | » | 5 | 2 | 1 | 7 | » | 3 | » | » | 5 | » | » | 2 | 1 | 2 | » | 1 |
| Échinodermes | 43 | 76 | » | » | 20 | 6 | 34 | 17 | » | » | » | » | » | » | » | 1 | | | | | | | | | | | | |
| Annélides | 15 | 28 | 2 | 8 | 8 | 3 | 6 | 8 | » | » | » | » | 1 | » | » | » | » | 2 | » | » | 1 | » | » | 1 | | | | |
| Crustacés | 44 | 185 | 11 | 34 | 82 | 17 | 56 | 39 | 11 | 1 | 3 | » | 3 | 3 | » | 2 | » | 6 | 5 | 1 | 2 | » | » | 3 | » | 2 | 1 | |
| Bryozoaires | 22 | 65 | 1 | 22 | 25 | 5 | 25 | 1 | » | » | 3 | » | 1 | 4 | » | 1 | » | » | » | » | 1 | » | » | » | » | 1 | | |
| MOLLUSQUES. Brachiopodes | 19 | 178 | 3 | 18 | 67 | 68 | 79 | 30 | 1 | » | 3 | » | 7 | 2 | » | 12 | » | 9 | 1 | 1 | 8 | » | » | 10 | 3 | 1 | » | 1 |
| Monomyaires | 3 | 30 | » | » | 8 | 5 | 12 | 17 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 2 | » | » | » | » | » | 5 | | | | |
| Dimyaires | 15 | 85 | » | 2 | 31 | 13 | 15 | 41 | » | » | » | 1 | 1 | 1 | 1 | » | 2 | 5 | » | » | 2 | » | 1 | | | | | |
| Gastéropodes | 19 | 84 | » | 3 | 25 | 26 | 18 | 27 | 1 | » | » | » | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 1 | » | » | » | » | 1 | | | | |
| Hétéropodes | 1 | 14 | » | 2 | 7 | 6 | 3 | 4 | » | » | » | » | 1 | » | » | 1 | » | » | » | 1 | 1 | 1 | | | | | | |
| Ptéropodes | 5 | 18 | » | 6 | 7 | 3 | 3 | 4 | » | » | » | » | 1 | » | » | » | » | 1 | » | » | » | » | » | » | » | 1 | | |
| Céphalopodes | 8 | 69 | » | 4 | 26 | 13 | 22 | 30 | » | » | » | » | 1 | » | » | » | » | 5 | » | » | 1 | » | 3 | 1 | » | 3 | | |
| Poissons | 6 | 12 | » | » | » | » | » | 8 | 7 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 3 | | | | | | | | | |
| Totaux | 238 | 934 | 17 | 105 | 332 | 195 | 322 | 236 | 20 | 1 | 9 | 1 | 24 | 13 | 3 | 25 | 4 | 38 | 10 | 3 | 22 | 1 | 6 | 21 | 4 | 10 | 1 | 2 |

qui vient ensuite, en renferme 103, et celui de Caradoc ou de Bala, 332; c'est le premier *maxima*. Dans l'étage intermédiaire de Llandovery, le nombre des espèces s'abaisse à 193; il se relève à 322 dans l'étage de Wenlock, *second maxima*, pour diminuer encore, dans celui de Ludlow, à 236, et retomber à 20 seulement dans les couches de passage ou second *minima* qui précède à son tour un nouveau développement de la vie, celui de la période dévonienne.

Ces modifications dans la richesse de la faune ne se reproduisent pas de la même manière lorsqu'on vient à considérer séparément les classes, les ordres ou les familles. Ainsi les *polypiers* s'accroissent sans intermittence de l'étage de Llandeilo à celui de Wenlock, où ils atteignent leur maximum de développement, pour diminuer très brusquement dans celui de Ludlow. Les *crustacés*, qui forment à eux seuls plus de la moitié de la petite faune des dalles à Lingules, atteignent, au contraire, leur maximum dès l'étage de Caradoc, diminuent très sensiblement dans celui de Llandovery, se relèvent un peu pour se maintenir au même niveau dans ceux de Wenlock et de Ludlow, et, dans les couches de passage, constituent encore la moitié de leur faune si réduite. Les *brachiopodes*, représentés dans les sept étages, suivent un développement analogue à celui des polypiers, mais plus graduel et plus régulier. Enfin les *céphalopodes*, après avoir éprouvé une diminution de moitié dans l'étage de Llandovery, atteignent leur maximum dans celui de Ludlow, ce qui n'a lieu pour aucune des autres divisions zoologiques.

On conçoit que l'on pourrait construire une figure qui serait l'expression graphique de la marche ascendante ou descendante de la faune silurienne, en considérant les sept étages ou colonnes comme autant d'*ordonnées*. On verrait alors la courbe générale s'élever et s'abaisser proportionnellement aux chiffres du tableau. En construisant ensuite des courbes particulières pour chaque classe, ordre ou famille, on mettrait aussi en évidence la différence de leur développement suivant le temps.

Si nous envisageons maintenant la distribution des espèces communes à plusieurs étages, nous trouverons que sur 198, ou un peu

---

M. Murchison (p. 46), mais que les auteurs du tableau ont par inadvertance citées dans l'étage de Caradoc. Ce chiffre 17 s'élèverait en outre à 22, si, comme nous l'a fait remarquer M. Barrande, on ajoutait 5 autres fossiles mentionnés en note (p. 552), et qui proviennent de couches regardées comme cambriennes.

moins du quart du total, 128 sont communes à deux étages, 53 à trois, 15 à quatre et 2 seulement à cinq (*Stenopora fibrosa* et *Orthis elegantula*), depuis l'étage de Llandeilo jusqu'à celui de Ludlow. Ainsi, aucune espèce connue n'a vécu pendant toute la période silurienne.

Les étages dont les relations sont établies par le plus grand nombre d'espèces sont d'abord dans le groupe supérieur, ceux de Wenlock et de Ludlow, qui ont 88 espèces communes. Ensuite les étages 4 et 5 ou de Llandovery et de Wenlock, qui en ont 85, et ceux de Llandovery et de Caradoc 66. Les étages 3, 4, 5 et 6 sont donc ceux qui offrent le plus d'affinités zoologiques et qui, pris ensemble, représentent le maximum de développement de tous les types d'animaux invertébrés. Les deux termes 3 et 6, malgré leur éloignement, ont encore 23 espèces communes, particularité que nous avons vu se reproduire ailleurs (1). Quant aux termes extrêmes 1 et 7, la vie semble y avoir été réduite à la plus simple manifestation numérique, quoique dans le dernier dominent les crustacés, puis les poissons, qui avaient commencé à paraître dans l'étage précédent ou de Ludlow, avec lequel 3 espèces sont communes, ainsi que 5 crustacés et 1 brachiopode. On voit qu'en général, et comme on pouvait le pressentir, les analogies les plus prononcées se trouvent entre deux ou plusieurs étages qui se suivent immédiatement.

Cette marche inégale du développement de la vie pendant la formation silurienne d'Angleterre n'est point un fait particulier à cette période ni à ce pays; c'est au contraire la règle de tous les temps et de tous les lieux. Partout nous trouvons des oscillations analogues, et partout la preuve qu'il n'y a point eu de destruction complète de toute une faune à un moment donné, ni création ensuite d'une faune entièrement nouvelle. La succession des êtres organisés soumise à des lois qui lui sont propres est restée indépendante des grands phénomènes de dislocations et de soulèvements qui ont accidenté de rides montagneuses la surface du globe terrestre. Un examen superficiel avait pu seul faire croire à une corrélation qui n'existe pas entre ces deux ordres de faits (2).

Ce que nous avons déduit de l'examen de la faune jurassique de l'Angleterre s'applique donc encore exactement à sa faune silu-

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, vol. VI, p. 152.

(2) Voyez à ce sujet : *Histoire des progrès de la géologie*, vol. V, *Observations générales*, p. 6-12, 1853.—*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, vol. XLVII, p. 472, 1858.

rienne. « Les modifications de l'organisme, avons-nous dit, » étaient lentes, graduelles dans l'ensemble et néanmoins conti- » nues, de telle sorte qu'en aucun point de la série le renouvelle- » ment n'a été complet. Quelques êtres anciens ont toujours as- » sisté à la naissance de ceux qui devaient leur succéder. A aucun » instant la manifestation des forces vitales n'a été suspendue; » jamais la chaîne des êtres n'a été rompue, car de nouveaux an- » neaux se formaient avant que tous les autres fussent brisés (1). »

M. d'Omalius d'Halloy témoigne le regret que le célèbre géologue anglais ne se soit pas occupé d'une manière plus spéciale de la faune primordiale de M. Barrande.

M. de Verneuil répond qu'il a toujours entendu M. Murchison professer la plus vive admiration pour les magnifiques travaux de M. Barrande, et pour l'établissement de sa faune primordiale que l'on doit considérer comme l'addition la plus importante qui ait été faite au système silurien ; mais M. Murchison, différant en cela de quelques auteurs, pense que cette faune forme la base naturelle du système silurien, et ne doit pas en être séparée pour être rangée dans le système cambrien.

M. d'Omalius rappelle que M. Barrande a prétendu qu'aucune espèce de la faune primordiale ne passait dans la faune seconde.

M. d'Archiac dit qu'il n'y a en Angleterre qu'*une* espèce (l'*Agnostus pisiformis*) qui passe des couches à Lingules dans l'étage de Llandeilo.

M. Lartet fait la communication suivante :

*Sur la dentition des proboscidiens fossiles* (Dinotherium, Mastodontes *et* Éléphants) *et sur la distribution géographique et stratigraphique de leurs débris en Europe*; par M. Lartet (Pl. XIII, XIV et XV).

L'ordre des proboscidiens, réduit aux seuls Éléphants dans la nature vivante, a été bien plus largement représenté dans divers âges géologiques qui ont précédé l'époque actuelle. Non-seulement on a trouvé à l'état fossile les restes de plusieurs espèces éteintes d'Éléphants, mais encore les paléontologistes s'accordent

(1) *Loc. cit.*, p. 153.

généralement aujourd'hui à grouper dans ce même ordre d'autres grands animaux appartenant à deux types génériques distincts ; ce sont les Mastodontes et les Dinotherium.

Les analogies qui relient entre eux les trois genres Éléphant, Mastodonte et Dinotherium se montrent surtout dans le plan général assez uniforme de leur squelette et dans la composition de leur système digital ; d'autre part, les caractères sur lesquels on peut le mieux établir les distinctions tant génériques que spécifiques des animaux de ce groupe se manifestent plus nettement dans l'appareil dentaire, dont la composition, les formes, la structure, aussi bien que le mode de développement, offrent de nombreuses variations dans les divers genres et espèces.

C'est donc principalement par la considération du système dentaire chez les proboscidiens fossiles que nous devons chercher à établir entre eux des distinctions faciles à saisir, et dont la notion pratique puisse, dans certains cas, être de quelque utilité aux géologues. En effet, l'apparition des animaux de cet ordre ayant été successive dans notre Europe tertiaire et quaternaire, leur diagnose différentielle acquiert une grande importance pour la détermination stratigraphique, et pour les relations de synchronisme des assises et formations diverses dans lesquelles leurs ossements ont été originairement enfouis. La distribution géographique des espèces propres à chaque âge distinct fournira également des indications approximatives sur l'extension de notre continent à l'époque où ces espèces ont vécu.

Les proboscidiens des trois genres Dinotherium, Mastodonte et Éléphant, sont pourvus de deux incisives exertes ou développées en défenses. Les défenses des Mastodontes et des Éléphants sont implantées dans les intermaxillaires supérieurs ; celles des Dinotherium naissent de la symphyse de la mâchoire inférieure dont l'extrémité recourbée en bas imprime la même direction aux défenses. Ces sortes de dents n'ont point de racines distinctes ; la partie de leur couronne qui reste engagée dans les alvéoles offre constamment une cavité destinée à loger leur bulbe producteur qui est persistant ; car ces défenses s'usant par leur extrémité fonctionnelle continuaient à croître pendant une grande partie de la vie de l'animal.

Les défenses sont ordinairement de forme cylindroïde, à courbe plus ou moins prononcée, et quelquefois contournées en spirale. Leur noyau d'ivoire est recouvert d'une mince enveloppe de *cément* ou *cortical*. Chez certains Mastodontes, il s'y ajoute, sur l'une des faces seulement de la dent, une bande longitudinale

d'émail à structure très distincte de celle de l'ivoire et du cortical.

La structure intime de l'ivoire est, à peu de chose près, la même dans les défenses des Mastodontes que dans celles de nos Éléphants vivants ; leur coupe transverse montre sur son plan des stries multipliées et curvilignes qui s'entrecroisent en *guilloché*.

L'ivoire des défenses du Dinotherium ne laisse apercevoir ni guilloché ni stries d'aucune façon, et l'on trouve, dans cette différence de structure, un moyen pratique de distinguer à première vue le plus petit fragment de défense de Dinotherium d'avec tout autre morceau rapportable aux dents de même sorte dans les Éléphants ou les Mastodontes.

Dans quelques espèces de Mastodontes, la symphyse plus ou moins prolongée de la mâchoire inférieure est également armée d'une paire d'incisives tantôt rudimentaires et caduques, tantôt permanentes et fonctionnelles. Ces dernières, s'usant par leur pointe, sont à croissance continue ; leur couronne, qui reste profondément engagée dans la symphyse, est creusée d'une cavité pour recevoir un bulbe persistant.

L'absence des canines est constante dans les trois genres ; c'est surtout par la forme des dents mâchelières (1) et par leurs proportions que se traduisent le mieux les différences génériques entre les proboscidiens.

Celles des Dinotherium sont pour la plupart rectangulaires et presque carrées ; leur couronne, qui est divisée en collines à crête transverse et continue, reproduit assez bien les formes propres aux mâchelières des Tapirs. Aussi Cuvier, qui n'avait eu à sa disposition que quelques molaires isolées de ces grandes espèces perdues, se trouva-t-il conduit à les désigner provisoirement par le nom de *Tapirs gigantesques*, en conformité même des règles de corrélation organique dont il a si souvent fait une heureuse application.

Les mâchelières des Mastodontes que les premiers observateurs

---

(1) La dénomination de *mâchelière* peut s'appliquer à toutes les dents qui prennent place *successivement* ou *simultanément* sur chaque branche de maxillaires, tant supérieures qu'inférieures, dans la *première* comme dans la *seconde* dentition. A l'exemple de M. Owen, j'emploierai le mot *prémolaire* pour désigner les mâchelières de seconde dentition, qui remplacent, par *évolution verticale*, les mâchelières de lait. J'appellerai *vraies molaires*, ou simplement *molaires*, les mâchelières de seconde dentition qui se développent dans l'arrière des maxillaires, et qui, dans la plupart des proboscidiens, viennent, par *progression horizontale*, prendre la place des mâchelières de lait, ou bien celle des *prémolaires*, chez les espèces qui ont de ces sortes de dents.

avaient rapprochées de celles de l'Hippopotame, offrent, en effet, une structure analogue, mais avec plus de complication dans les éléments dont elles se composent.

Elles diffèrent de celles des Dinotherium en ce que leur couronne présente généralement un plus grand nombre de divisions transverses, tantôt en collines à crête tranchante, tantôt en groupes de mamelons plus ou moins alignés. De plus, chacune des collines ou rangées de mamelons de leurs mâchelières offre, dans son milieu, une fente ou scissure pénétrante qui produit une ligne de bisection longitudinale de la couronne, interrompue seulement dans la traverse des vallons intermédiaires aux collines (1). Cette scissure, qui s'efface en partie avec le temps, est très apparente dans les dents qui ne sont pas encore entamées par la détrition. On ne la retrouve pas dans les mâchelières des Dinotherium dont les collines sont à crêtes continues et uniformément crénelées; elles n'existent pas non plus dans les dents des Éléphants.

Ces derniers ont en général leurs mâchelières composées de lames verticales très nombreuses, et dont les sommets digités deviennent bientôt confluents par l'effet de la mastication des aliments. Leur couronne présente alors une suite de rubans transverses plus ou moins larges, et à bords émailleux plus ou moins festonnés, suivant les espèces (2).

La composition des mâchelières, leur mode d'implantation et la durée de leur croissance, sont aussi très loin de se ressembler dans les trois genres des proboscidiens.

Les mâchelières des Éléphants sont composées de trois substances : le noyau osseux ou *dentine* qui constitue la partie interne des lames; l'*émail* qui recouvre immédiatement la dentine, et une troisième substance, le *cément*, qui remplit les intervalles compris entre les lames.

Dans les Dinotherium et dans les Mastodontes, en général, la couronne des mâchelières ne laisse apercevoir que deux substances, la dentine et l'émail toujours épais qui la recouvre. Cependant dans les dents d'un Mastodonte de l'Amérique du Sud (*M. Hum-*

---

(1) C'est un caractère que M. Falconer a justement signalé comme étant essentiellement distinctif des proboscidiens qui rentrent dans le genre Mastodonte.

(2) MM. Falconer et Cautley ont fait figurer, dans les planches du magnifique atlas de la *Fauna antiqua sivalensis*, des crânes de plusieurs Éléphants (du sous-genre *Stegodon*), dont les mâchelières présentent des caractères transitionnels aux Mastodontes, tant par le nombre que par la forme des divisions de leur couronne.

*boldtii*) et dans une autre espèce de la faune asiatique des monts Sivalick (*M. perimensis*), le cément se montre en quantité notable dans le fond des vallons qui séparent les rangées de mamelons.

L'accroissement de la couronne s'arrête, dans les mâchelières du Dinotherium, du moment que ces dents ont pris leur position fonctionnelle sur le bord alvéolaire, dans lequel elles se trouvent alors fixées par des racines distinctes.

Il en est de même chez toutes les espèces de Mastodontes qui ont aussi la couronne de leurs mâchelières renflée au collet, et quelquefois cernée à la base interne par un bourrelet saillant plus ou moins continu.

Chez les Éléphants, au contraire, la couronne des mâchelières, déjà en exercice, reste en partie engagée dans sa cavité alvéolaire et même dans l'arrière de la mâchoire. Ces dents continuent à croître après que leur sommet est déjà usé par la mastication. Il arrive même, quand l'animal entre dans la phase terminale de la dentition, que sa dernière molaire a les lames antérieures entamées par la détrition, avant que les postérieures soient réunies par leur base commune.

D'autres différences non point importantes restent à signaler en ce qui touche le nombre des mâchelières, l'ordre de leur évolution et leur persistance fonctionnelle plus ou moins prolongée.

Dans le jeune âge du Dinotherium, chaque branche de ses maxillaires portait trois mâchelières de lait. Pendant que cette première dentition était en exercice, il se développait en arrière une première molaire de seconde dentition (*la première vraie molaire*), puis une seconde dont la sortie devait coïncider avec la chute des dents de lait.

La première mâchelière de lait tombait sans être remplacée d'aucune façon ; mais la deuxième et la troisième étaient remplacées par deux dents à évolution verticale, c'est-à-dire deux *prémolaires* toujours plus simples que les dents auxquelles elles succédaient. Enfin la sortie subséquente de la dernière molaire ou dent de sagesse venait compléter la série des cinq mâchelières de seconde dentition en exercice simultané et toutes permanentes dans le genre *Dinotherium*. C'est absolument, sauf la suppression d'une prémolaire, la marche normale de la dentition chez la plupart des herbivores.

Les Mastodontes avaient également trois mâchelières de lait ; mais leur chute plus précoce précédait constamment l'évolution de la deuxième *vraie molaire*. Chez certaines espèces, il n'y avait point de remplacement pour les mâchelières de lait ; dans d'autres

espèces, deux seulement de ces mâchelières, la deuxième et la troisième, étaient remplacées; mais dans ce cas même, l'apparition des prémolaires en série fonctionnelle n'était que temporaire; elles tombaient à leur tour avant la sortie de la dernière molaire; de sorte que, dans les premières phases transitoires de cette dentition, il n'y avait jamais plus de trois mâchelières en exercice simultané sur chaque branche de maxillaire. Plus tard, le nombre se réduisait à deux, et finalement la dernière molaire, chassant à son tour la pénultième, restait seule pour occuper le bord alvéolaire, ce qui réduisait à quatre mâchelières en tout l'appareil dentaire de l'animal arrivé à la seconde moitié de son existence.

Dans les espèces du genre Éléphant, on peut considérer les trois premières mâchelières qui se développent successivement sur chaque branche de maxillaire comme étant les analogues des mâchelières de lait des Dinotherium et des Mastodontes (1). Aucune de ces dents n'est remplacée par de véritables *prémolaires* (2), et l'évolution des molaires, plus fractionnée encore que chez les Mastodontes, ne laisse jamais deux de ces dents en exercice simultané par la surface entière de leur couronne. Le développement successif de la série totale des mâchelières s'effectue dans les Éléphants uniquement par voie de progression horizontale, combinée avec l'accroissement des dents qui se continue, même après qu'elles sont entrées en exercice. Il en résulte que l'apparition de la dernière molaire sur la gencive n'a lieu, chez l'Éléphant actuel de l'Inde, qu'à l'âge de cinquante ans environ, c'est-à-dire longtemps après l'ossification complète du squelette. L'évolution de cette dent est peut-être un peu moins retardée dans l'Éléphant d'Afrique, et il est probable qu'elle était plus avancée chez les Mastodontes. Quant aux *Dinotherium*, nous avons déjà vu que la marche de leur dentition s'effectuait dans les mêmes conditions que chez les herbivores en général.

On pourrait induire de cette diversité dans la durée de l'évolution dentaire, chez ces animaux, la nécessité de modifications concomitantes dans leur régime diététique, d'autant qu'il y a

(1) Corse, qui a publié d'excellentes observations sur la dentition de l'Éléphant d'Asie, rapporte que les incisives caduques et les premières mâchelières sont nommées, par les Indiens, *dood-kau-daunt*, ce qui signifie littéralement *dents de lait*.

(2) MM. Falconer et Cautley ont signalé (*Fauna antiqua sivalensis*) l'existence de deux *prémolaires*, ou dents de remplacement vertical, chez un Éléphant fossile (*E. planifrons*) de cette ancienne faune de l'Asie.

une disproportion énorme entre les dents des Dinotherium, par exemple, et celles des Éléphants, la dernière molaire seule de ceux-ci renfermant certainement plus de substance triturante que la série totale des cinq mâchelières dans les plus grands *Dinotherium*.

Comme j'ai l'intention de joindre, autant que possible, à la caractéristique des genres et des espèces fossiles du groupe des proboscidiens, des indications plus ou moins précises sur leur distribution géographique et stratigraphique, je crois devoir rappeler que, par la considération des faunes continentales, on est conduit à distinguer, dans l'étage tertiaire moyen ou *miocène*, trois phases zoologiques successives. Chacune de ces phases, caractérisée par une association d'espèces particulières, serait ainsi, jusqu'à un certain point, limitée dans un des trois horizons qui correspondraient aux *miocène inférieur*, *miocène moyen* et *miocène supérieur*.

Le *miocène inférieur* comprend, en France, des dépôts fossilifères de l'âge des calcaires de la Beauce et des sables de Fontainebleau qui se montrent très riches en débris de mammifères dans les bassins de l'Allier et de la Loire supérieure. On retrouve leurs équivalents géologiques dans le bassin de la Garonne où ils se voient en amont de Toulouse jusque dans la vallée de l'Ariége. Il y a quelques lambeaux du même terrain dans le bas Languedoc et dans la Provence aux environs de Marseille.

En Angleterre, les couches à *Hyopotamus* de l'île de Wight se rapporteraient au même niveau.

Dans le bassin de Mayence, ce sont les gisements de *Weizeneau* et de *Monbach*, caractérisés par une faune analogue à celle du bassin de l'Allier, en France.

Cette faune trouve des représentants en Suisse dans certains lignites placés à la base de la mollasse coquillière, et l'on suit ses traces jusque dans le bassin du Danube.

Enfin, les lignites de Cadibona et autres localités dans le Piémont nous fournissent des types bien caractérisés de ces assises du miocène inférieur.

Le *miocène moyen* a pour type, en France, les faluns de la Touraine et les graviers de l'Orléanais, dont M. Desnoyers a le premier constaté l'âge et les relations synchroniques. Dans le sud-ouest, les faluns de Bordeaux, le dépôt de Sansan, les sables de Simorre et la majeure partie du massif tertiaire des bassins supérieurs de la Garonne et de l'Adour appartiennent à cette période, qui comprend également certains lignites de la Bresse et d'autres gisements analogues dans le bassin du Rhône.

En Suisse, ce sont les lignites de Kœphnach et des environs de Zurich, la mollasse d'eau douce de Winterthur, les calcaires de la Chaux-de-Fonds.

Les assises du miocène moyen se retrouvent riches en mammifères fossiles à Georgensmund, dans la Bavière; elles se prolongent dans le bassin du Danube aux environs de Vienne. Leur présence, vaguement indiquée dans la Bohême, a été vérifiée avec plus de certitude en Silésie où l'on a trouvé des mammifères identiques avec certaines espèces des faluns de la Touraine et de Sansan.

En Espagne, le miocène moyen est largement représenté dans la région centrale et élevée de la Péninsule; on peut ramener à cet horizon, mais avec moins de certitude, les argiles marneuses de *San-Isidro*, près de Madrid, et les lignites de *Brihuega* dont la faune renferme quelques espèces empruntées à l'âge précédent.

Le *miocène supérieur* n'aurait jusqu'à présent d'autres représentants en France que les gîtes fossilifères de Cucuron (Vaucluse), de Saint-Jean-de-Bourney? (Isère) et autres localités du bassin du Rhône.

En Suisse, on pourrait considérer comme étant du même âge le dépôt si célèbre d'OEningen, bien que l'on y ait recueilli les restes d'un Mastodonte (*M. tapiroides*), limité partout ailleurs dans le miocène moyen. En Toscane, dans le val d'Arno supérieur, les argiles bleues sous-jacentes aux couches où commencent à se montrer les restes du *M. arvernensis* seraient peut-être aussi du même âge que les marnes d'OEuingen (1).

C'est à ce même niveau que me paraîtrait remonter, comme l'a dit également M. Pomel, la faune *dinothérienne* d'Eppelsheim, dans la Hesse rhénane. Les espèces les plus caractéristiques de cette faune se sont retrouvées à Pikermi, au pied du mont Pentélique, en Grèce.

Les assises du miocène supérieur semblent prendre une plus grande extension à mesure que l'on marche vers l'Europe orientale, où elles sont encore indiquées par quelques jalons paléonto-

---

(1) M. le marquis Strozzi a bien voulu m'informer tout récemment qu'il a lui-même recueilli, dans le val d'Arno supérieur, aux environs de San-Giovanni, deux molaires de *M. angustidens*. Ces dents ont été trouvées dans les argiles bleues qui sont placées, dit-il, sous les couches où l'on rencontre les restes de *M. arvernensis*. La collection Targioni renferme une dent de *M. pyrenaicus* provenant également du val d'Arno supérieur, aussi bien qu'une autre molaire de la même espèce, qui a été vue, dans le Musée de Pise, par M. Falconer.

logiques dans la Turquie d'Europe et dans la Russie méridionale.

C'est également à cet âge que semblerait appartenir, par son faciès général, la faune si remarquable des monts Sivalick dont un Éléphant (*Stegodon insignis*) aurait même passé, suivant M. Falconer, dans la faune *pliocène* de la vallée de la Nerbudda.

Quant à l'étage supérieur tertiaire ou *pliocène*, dans lequel on a cru pouvoir également établir des assises paléontologiques distinctes, les proboscidiens propres à cette période ne s'y montrent pas dans des circonstances d'association généralement constantes, comme dans l'étage précédent.

Dans la caractéristique qui va suivre, j'ai cru pouvoir me dispenser de rappeler toutes les désignations *nominales* appliquées aux différentes espèces, comme aussi d'en apprécier la valeur synonymique. J'ai pensé qu'il serait plus utile d'indiquer dans les divers auteurs les pièces figurées qui m'ont paru devoir être rapportées à chaque espèce en particulier. Quant à la nomenclature spécifique afférente aux genres *Mastodon* et *Elephas*, elle est à peu près conforme à celle adoptée par mon savant ami, M. Falconer, avec qui, du reste, j'avais eu occasion d'en discuter la convenance.

## Genre *Dinotherium*, Kaup (Tapir gigantesque, Cuv.).

Première dentition : inc. $\frac{0?\ 0?}{1-1}$, mâch. $\frac{3-3}{3-3} = 14$.

*Série supérieure.* — Incisives supérieures nulles ou rudimentaires.

Première mâchelière de lait à couronne triangulaire, avec éminence interne isolée et à sommet comprimé en crête oblique, contournée à sa base antérieure par un cordon crénelé qui se relève en crête marginale, épaisse, arrondie et bifide au sommet externe; talon postérieur en contre-bas, avec denticule à l'angle externe.

Deuxième de lait à couronne carrée, avec deux collines transverses et reliées à une crête marginale externe dont l'échancrure médiane correspond au vallon séparatif des collines.

Troisième de lait à couronne rectangulaire, plus longue que large, portant trois collines transverses, à crêtes bordées de crénelures qui se continuent en arête récurrente sur le flanc postérieur de chaque colline, ce qui les rend un peu concaves en arrière.

*Série inférieure.* — Incisives de lait non observées, mais théoriquement admises.

Première mâchelière de lait à lobe principal, tantôt simple et comprimé, tantôt bifide, avec talon postérieur surbaissé et également diversiforme.

Deuxième de lait, à couronne plus longue que large, rétrécie en avant, portant deux collines transverses, avec crête récurrente en avant et concavité dirigée dans le même sens.

Troisième de lait, à couronne un peu contractée en avant, portant, comme son homologue supérieure, trois collines dont la concavité regarde en avant, c'est-à-dire en sens inverse de ce qui a lieu dans la supérieure.

Seconde dentition : inc. $\frac{0-0}{1-1}$, prém. $\frac{2-2}{2-2}$, mol. $\frac{3-3}{3-3} = 22$.

*Série supérieure.* — Incisives nulles (ou rudimentaires et caduques, Laurillard).

Première prémolaire à couronne aussi large que longue, contournée à sa base par un collet saillant, mais souvent interrompu ; deux éminences internes dont l'antérieure seule se relie par sa base à une crête marginale épaisse que la détrition échancre dans son milieu.

Deuxième prémolaire plus large que longue, à deux collines transverses rattachées à une crête marginale également échancrée dans le prolongement du vallon intermédiaire aux collines.

Première molaire supérieure, à couronne rectangulaire, portant, comme la troisième de lait, trois collines transverses à crête continue, dont les crénelures se prolongent en arête récurrente sur le flanc postérieur des collines. La troisième ou dernière colline de cette dent est, dans certaines espèces, sensiblement plus étroite que les précédentes. Talon antérieur et postérieur en bourrelet crénelé ; ce dernier un peu plus fort.

Deuxième molaire à couronne carrée, c'est-à-dire aussi large que longue, portant seulement deux collines transverses, avec talon antérieur et postérieur.

Troisième et dernière molaire à couronne carrée, avec deux collines dont la postérieure a un peu moins d'étendue transverse ; son arête récurrente est plus prolongée et plus en saillie sur le flanc postérieur.

*Série inférieure.* — Incisives développées en défenses plus ou moins fortes (suivant les espèces ?), de forme cylindroïde, et re-

courbées en bas comme la symphyse mandibulaire dans laquelle elles sont implantées en contiguïté ; la partie engagée dans les alvéoles avec cavité pour recevoir un bulbe persistant ; la partie exerte uniformément recouverte d'une enveloppe de cortical et sans émail sur aucune de leurs faces ; leur coupe transverse donnant une surface unie, sans apparence du *guilloché* caractéristique de l'ivoire des Éléphants et des Mastodontes.

Première prémolaire à lobe antérieur surélevé, simple et comprimé en coin ou bifide, ou bien encore à sommet dilaté en crête oblique ; talon élargi en contre-bas et également diversiforme (suivant les espèces ?).

Deuxième prémolaire à deux collines transverses, avec arête récurrente et concavité tournée en avant. Talon postérieur saillant et crénelé. L'antérieur peu senti et le plus souvent nul.

Première molaire à trois collines, dont la dernière plus ou moins rétrécie suivant les espèces, avec arête récurrente et concavité en avant ; talon crénelé en arrière.

Deuxième molaire à deux collines transverses et talon crénelé en arrière.

Troisième molaire à deux collines comme la précédente, mais avec un talon plus développé, tantôt dilaté en crête surabaissée à plusieurs crénelures, tantôt contracté, convexe et déjeté en arrière.

Les proportions diamétrales de la couronne fournissent un très bon moyen pratique de distinguer les molaires supérieures des Dinotherium d'avec celles de la mâchoire inférieure. Celles-ci sont toujours plus longues que larges, tandis que la couronne des supérieures, sauf celle de la première *molaire* à trois collines, est aussi large que longue. De plus, comme on l'a déjà vu ci-dessus, les supérieures ont leurs arêtes récurrentes et la concavité des collines tournées en arrière ; c'est l'inverse dans les inférieures.

Dans les Dinotherium, la première vraie molaire, qui est la plus compliquée, occupe le milieu de la série des mâchelières ; dans les Mastodontes, dans les Éléphants et dans tous les herbivores qui ont une molaire plus compliquée que les autres, cette dent est constamment terminale de la série. Il n'y a que certains carnivores chez lesquels on retrouve la mâchelière la plus compliquée occupant le milieu de la série. Ce rapprochement avait frappé M. Laurillard.

1. *Dinotherium giganteum*, Kaup.
   *D. proavum ?*, Eichwald.

Espèce de grande taille, à défenses de moyenne grosseur ?. Les

trois collines de la première vraie molaire subégales en largeur. La dernière molaire inférieure avec talon dilaté transversalement en crête crénelée, peu convexe en arrière. La branche dentaire de la mandibule comprimée de droite à gauche et la symphyse très prolongée?. Le bord inférieur de cette branche dentaire rectiligne et se relevant à angle droit pour former la branche montante. Membres plus élancés que ceux des autres proboscidiens en général.

*Distribution géographique.* — Hesse rhénane, à Eppelsheim, gisement des pièces typiques de l'espèce. En France, Saint-Jean-de-Bournay? (Isère) et autres localités du bassin du Rhône?; Grèce, à Pikermi, au pied du mont Pentélique, avec association zoologique analogue à celle d'Eppelsheim. Podolie, à Rachnow (sp.?).

*Horizon géologique.* — Miocène supérieur.

Voir pour les dents figurées qui me paraissent rapportables à cette espèce :

Kaup, *Oss. foss. de Darmst.*, 1re livr., pl. I et add., fig. 1 à 5; pl. II, fig. 1 à 6; pl. III, fig. 4, 5, 6, 8; pl. V, fig. 4.
H. de Meyer, *Nov. act. Ac. nat. cur.*, XVI, p. 2, pl. XXXIV, fig. 4 à 9; pl. XXXV, fig. 1 à 3.
Eichwald, *Nov. act. Ac. nat. cur.*, XVII, p. 2, pl. LVI, pl. LVII, pl. LX, fig. 1 à 5?.
A. Wagner, *Mém. Ac. de Munich*, 1857, pl. VII, fig. 17.
Cuvier, *Oss. foss.*, 1825, *An. vois. des Tapirs*, pl. II, fig. 2, sp. ?.
Blainville, *Ostéog.* g. *Dinoth.*, pl. I, ex Kaup; pl. III, ex Eichwald, *Din. proavum?*.
Réaumur, *Mém. Ac. r. des sc.*, 1715, p. 202, pl. VIII, fig. 17 et 18?.
Rozier (l'abbé), *Journal de physique*, 1772, t. I, p. 135, avec fig.?.

2. *Dinotherium*, sp.?, peut-être espèce distincte de la précédente, remarquable par le volume de ses défenses (1m,30 de long sur 0m,68 de tour). Quelques différences dans les premières et dernières molaires. La dernière molaire inférieure, décrite et figurée par M. l'abbé Canéto, a son talon postérieur plus convexe que celui du *Dinotherium giganteum*, mais moins contracté que dans la dent homologue du *Dinotherium Bavarium?*.

*Distribution géographique.* — Bassin supérieur et inférieur de la Garonne et de l'Adour; près d'Aurillac, dans le Cantal? ; faluns de la Touraine et graviers de l'Orléanais?.

*Horizon géologique.* — Miocène moyen.

Voir pour les dents figurées qui me paraissent rapportables à cette espèce douteuse :

Mermet, *Bull. de la Soc. des sc. et arts de Pau*, 1841, 3e liv., pl. I, fig. 2, 3, 6 et 7.
Blainville, *Ostéog.* g. *Dinoth.*, pl. III, sup. 1c, 3b, 5a; inf. 1a, 4a, 4b.
Caneto (l'abbé), *Descript. d'une dent m. de Dinoth.*, *Annal. de philos. chrét.*, t. XIV, n° 84, p. 410, fig.

3. *Dinotherium bavaricum?*, H. de Meyer.
*D. intermedium*, Blainville.

Espèce de taille moins forte, à symphyse mandibulaire moins prolongée que dans le *D. giganteum;* la branche dentaire de la mâchoire inférieure plus épaisse et à bord inférieur moins rectiligne; trous mentonniers plus reculés; le talon de la dernière molaire inférieure contracté, subconique et déjeté en arrière.

*Distribution géographique.* — France: bassin supérieur de la Garonne, faluns de la Touraine et sables de l'Orléanais. Bavière : bassin de Vienne, Moravie.

*Horizon géologique.* — Miocène moyen.

Voir pour les pièces rapportables à l'espèce :

H. de Meyer, *Nov. act. Ac. nat. cur.*, XVI, p. 2, pl. XXXIV, fig. 12 à 15; pl. XXXVI, fig. 10, 11, 16, 17.
Kaup, *Oss. foss. de Darmst.*, pl. III, fig. 9; pl. V, fig. 1 à 4.
Blainville, *Ostéog.* g. *Dinoth.*, pl. I, *Din. gig.* (*intermedium*); pl. II, ex Meyer, *D. bav.*; pl. III, *D. intermed.*
Sœmmering, *Mém. Ac. des sc. de Munich*, t. VII, pl. II, fig. 5 et 6.
Kennedy, *Mém. Ac. de Munich*, 1785, pl. II, fig. 6.

4. *Dinotherium Cuvieri*, Kaup.

Mâchelières de dimensions quelquefois moitié moindres que celles du *Dinotherium giganteum*. Mandibule moins comprimée et à angle postérieur obtus (Laurillard). Molaires à couronnes plus longues à proportion (Blainville). La première prémolaire inférieure à lobe antérieur bifide ou dilaté en crête oblique. La dernière molaire à talon épais, convexe et déjeté en arrière, mais moins contracté que dans l'espèce précédente. Dans ces deux dernières espèces qui n'en font peut-être qu'une, la première vraie molaire a sa troisième colline plus étroite que les deux antérieures (1).

(1) On remarquera que sur ces quatre espèces de *Dinotherium*,

*Distribution géographique.* — France : bassin supérieur et inférieur de la Garonne ; faluns de la Touraine et sables de l'Orléanais.

*Horizon géologique.* — Miocène moyen.

Voir pour les morceaux rapportables à cette espèce :

Cuvier, *Oss. foss.*, 1825, *Anim. vois. des Tapirs*, pl. III, fig. 7; pl. IV, fig. 1, 2 et 5; fig. 3 et 4 sp.?.
Blainville, *Ostéog.* g: *Dinoth.*, pl. I; *Din. Cuvieri*; pl. III, *Din. Cuvieri.*
Gervais, *Zool.* et *pal. franç.*, texte, p. 41, fig. 3 et 4.

*Nota.* Le *Dinotherium uralense*, Eichwald, repose sur une dent figurée par Pallas (*Act. pétrop.*, 1777, p. 2, pl. IX, fig. 4) qui la rapprochait de l'*animal inconnu* (le Mastodonte de l'Ohio) dont quelques dents avaient été publiées et décrites par les naturalistes de ce temps. Cuvier, en mentionnant cette dent, la rapporte également au genre Mastodonte, et c'est le rapprochement qui me paraît le plus admissible.

## Genre *Mastodon*, Cuvier.

Dans le genre Mastodonte, la formule dentaire varie suivant les espèces. Il y a des espèces qui sont pourvues d'incisives inférieures, d'autres qui n'en ont pas. Chez certaines espèces, deux mâchelières de lait dans chaque branche de maxillaires sont remplacées par des dents à évolution verticale, c'est-à-dire des *prémolaires*, tandis que les prémolaires ne se développent point dans d'autres espèces.

Le nombre des divisions transverses de la couronne des mâchelières n'est pas non plus le même dans toutes les espèces. Chez certaines, les mâchelières intermédiaires (1) se composent

---

j'en inscris deux avec doute, et l'une d'elles, même, sans désignation nominale. Le nombre des espèces proposées par les auteurs, peu après l'institution du genre, a été bien plus considérable. Plus tard, il y a eu réaction en sens restrictif, et quelques paléontologistes se sont montrés disposés à n'admettre qu'une seule espèce de *Dinotherium*, avec des variations de taille, allant quelquefois du simple au double. Il est cependant peu vraisemblable qu'un type qui a pris une grande extension en Europe, et qui a vécu dans deux périodes ou phases zoologiques distinctes (miocène moyen et miocène supérieur), n'y ait été réprésenté que par une seule espèce.

(1) On entend par *mâchelière intermédiaire* la dernière de lait et les première et deuxième molaires, dont la couronne présente toujours,

uniformément de trois collines ou rangées de mamelons (sous-genre : *Trilophodon* de Falconer) ; dans d'autres, les mêmes mâchelières offrent constamment quatre rangées de mamelons (sous-genre : *Tetralophodon* de Falconer). Dans les espèces de la première section (*Trilophodon*), la deuxième de lait n'a que deux collines ou rangées transversales ; la dernière molaire en a quatre. Dans les espèces de la deuxième section (*Tetralophodon*), la deuxième de lait porte trois rangées de mamelons, et la dernière *molaire* en a cinq.

Dans les Mastodontes des deux sections, la composition des premières de lait est uniforme, sauf quelques variations accidentelles de détail. Les prémolaires, lorsqu'il s'en développe, sont également construites sur un plan uniforme dans les espèces des deux sections, et leur couronne n'a jamais plus de deux divisions transverses.

Ces généralités une fois exprimées, je me bornerai à indiquer par la formule d'usage les variations que manifeste la dentition des deux âges dans les espèces de ce genre, pour passer ensuite à la diagnose de chaque espèce en particulier.

*Formule dentaire du genre Mastodon.*

$$\text{Première dentition.}\left\{\begin{array}{l} \text{inc. } \frac{1-1}{1-1}, \text{ mâch. } \frac{3-3}{3-3} = 16. \\ \text{ou inc. } \frac{1-1}{0-0}, \text{ mâch. } \frac{3-3}{3-3} = 14. \end{array}\right.$$

$$\text{Deuxième dentition.}\left\{\begin{array}{l} \text{inc. } \frac{1-1}{1-1}, \text{ prém. } \frac{2-2}{2-2}, \text{ mol. } \frac{3-3}{3-3} = 24. \\ \text{ou inc. } \frac{1-1}{1-1}, \text{ prém. } \frac{0-0}{0-0}, \text{ mol. } \frac{3-3}{3-3} = 16. \\ \text{ou inc. } \frac{1-1}{0-0}, \text{ prém. } \frac{0-0}{0-0}, \text{ mol. } \frac{3-3}{3-3} = 14. \end{array}\right.$$

1. *Mastodon Borsoni*, Hays.
   *M. tapiroides*, Blainv., pro. part.
   *M. Buffonis*, Pomel.
   *M. Vellavus* ou *Vialetti*, Aymard.

Première dentition inconnue.

---

chez les Mastodontes, le même nombre de divisions, en collines ou en rangées de mamelons.

Pénultième molaire supérieure, à couronne rectangulaire, très large à proportion de sa longueur, avec trois collines transverses posées à angle droit sur la couronne. Les crêtes des collines subtranchantes et échancrées de plusieurs entailles dont la principale répond à la scissure médiane de bisection qui est moins indiquée que dans les autres espèces. L'arête récurrente signalée dans les mâchelières du Dinotherium reparaît ici moins saillante, mais se montrant sur les deux flancs de chaque colline où elle descend moins obliquement vers le fond des vallons. Ceux-ci, moins évasés que dans les molaires du Dinotherium, sont cependant très ouverts et restent constamment libres. La hauteur des collines ne dépasse pas le diamètre antéro-postérieur de leur base; il n'y a point de bourrelet saillant du côté interne au bas de la couronne, mais seulement un cordon de perlures rarement continu, qui rejoint un talon crénelé plus saillant en arrière qu'en avant.

La dernière molaire supérieure, à couronne large également à proportion de sa longueur; portant quatre collines dont les trois premières subégales en largeur; la quatrième, surbaissée et sensiblement rétrécie, est suivie d'un talon crénelé qui rejoint la pointe interne de la dernière colline.

La pénultième inférieure à couronne rétrécie en avant, portant trois collines posées un peu obliquement de dedans en dehors et en arrière, avec cordon de perlures à la base externe, et talon crénelé en avant comme en arrière.

La dernière molaire inférieure à quatre collines sensiblement obliques. Les trois premières subégales; la quatrième, moins contractée que son homologue supérieure, est suivie d'un talon ordinairement trifide et nettement détaché (1).

Les molaires de cette espèce présentent accidentellement, à l'entrée des vallons séparatifs de leurs collines, de petites éminences ou saillies d'émail en forme de grosse verrue, que Pallas avait remarquées et parfaitement caractérisées dans la dent figurée (art. *Petrop.*, 1777, p. 2, pl. IX, gig. 4). M. Eichwald a attribué cette dent à un Dinotherium (*D. uralense*); elle me paraîtrait plutôt rapportable au *Mastodon Borsoni*.

Le *Mastodon Borsoni* diffère du *M. ohioticus* par une plus grande largeur proportionnelle de ses molaires, par la hauteur

---

(1) Il y aurait dans cette espèce des incisives inférieures, d'après l'observation qu'a faite M. Jourdan, d'un reste d'alvéole dans la symphyse d'une mâchoire provenant d'un sujet adulte.

moindre de ses collines comparée à l'épaisseur de leur base, et également par la saillie moins accusée des arêtes récurrentes sur le flanc de chaque colline, ce qui fait que la détrition ne produit pas sur les dents du *Mastodon Borsoni* des lozanges aussi définis que sur celles de l'espèce de l'Ohio (1).

*Distribution géographique.* — France, alluvions sous-volcaniques inférieures de l'Auvergne et du Vélay, avec le *Mastodon arvernensis* et le *Rhinoceros megarhinus*; Autrey (Haute-Saône), dans les exploitations de minerai de fer d'alluvion avec le même Rhinocéros. Piémont, dans la province d'Asti, avec le *Mastodon arvernensis*, l'*Elephas meridionalis* et l'*E. antiquus*. Toscane, val d'Arno?. — Valachie (une molaire inférieure donnée au Muséum par le prince Bibesco Brancovano). Petite-Tartarie (la dent donnée à Buffon par le comte de Vergennes, et figurée pl. I et II dans les *Époques de la nature*). Russie d'Europe, sur les pentes de l'Oural, d'après le fragment figuré par Pallas (art. *Petrop.*, 1777, pl. IX, fig. 4?). Enfin dans le nord de l'Asie, si l'on peut attribuer à cette espèce la dent figurée aussi par Buffon (*Ép. de la nat.*, pl. III), comme ayant été rapportée de Sibérie par l'abbé Chappe.

*Horizon géologique.* — Pliocène. En France, dans les assises inférieures à celles où l'on a trouvé l'*Elephas meridionalis*; en Italie, ordinairement accompagné de cet Éléphant; en Russie, dans les couches plus profondes (*profundioribus stratis*), dit Pallas, que celles où l'on trouve les Éléphants.

Voir pour les dents rapportables à l'espèce :

Buffon, *Ép. de la nature*, pl. I, pl. II, pl. III.

Pallas, *Act. petrop.*, 1777, p. 2, pl IX, fig. 4.

Borson, *Mem. del. R. Acc. del. sc. di Torino*, t. XXVII, pl. III, fig. 1.

Blainville, *Ostéog.*, g. *Éléph.*, pl. XVII, *M. tapiroides*, sup. 6ᵃ et 6ᵇ; inf. 6ᵇ et 6ᵈ.

Gastaldi, *Mem. del. R. Acc. del. sc. di Torino*, s. II, t. XIX, pl. VII, fig. 9 et 10.

Pictet, *Traité de paléont.*, 1853, atlas, pl. IX, fig. 10.

---

(1) La taille du *M. Borsoni*, à en juger par le volume comparatif de ses molaires, devait surpasser celle du *M. ohioticus*. Le modèle en plâtre d'un fémur, trouvé à Autrey avec une mâchoire inférieure, mesure 1ᵐ,22 de longueur; celui du *M.* de l'Ohio, de la collection du Muséum d'histoire naturelle, n'a que 1 mètre de long.

2. *Mastodon tapiroides*, Cuv.
*M. turicensis*, Schinz.
*M. Borsoni*, Gerv.

*Formule théorique de la première dentition.*

$$\text{Inc.}\ \frac{1-1}{1-1},\ \text{mâch.}\ \frac{3-3}{3-3} = 16.$$

Je ne connais de la première dentition que les troisièmes mâchelières de lait tant supérieures qu'inférieures.

La troisième supérieure de lait, à couronne à peu près rectangulaire, portant trois collines transverses, à crête comprimée et crénelée au sommet, avec scissure médiane pénétrante; arête récurrente en saillie très prononcée et tuberculée dans le fond du vallon; bourrelet crénelé entourant la base de la couronne, et rejoignant en avant et en arrière un talon également relevé de crénelures.

La troisième de lait inférieure, à couronne plus étroite en avant qu'en arrière, portant également trois collines avec les mêmes détails accessoires que dans l'homologue supérieure. Le bourrelet en ceinture est moins continu à la base interne; mais les talons antérieur et postérieur sont plus en relief et entaillés de crénelures plus profondes.

*Formule de la deuxième dentition.*

$$\text{Inc.}\ \frac{1-1}{1-1},\ \text{prém.}\ \frac{2-2}{2-2},\ \text{mol.}\ \frac{3-3}{3-3} = 24.$$

La formule n'est théorique que pour une partie des prémolaires.

*Série supérieure.* — Défenses à courbe simple, cylindroïdes à la sortie des alvéoles et un peu comprimées vers leur extrémité exerte, avec une bande longitudinale d'émail *sur leur face convexe.*

Deuxième prémolaire supérieure (la seule observée), presque carrée, avec deux collines en crête crénelée. L'arête récurrente en forte saillie à la colline antérieure. La base de la couronne entourée d'un cordon de perlures qui se relèvent en bourrelets crénelés formant talon en avant et en arrière.

Première molaire à couronne rectangulaire, portant trois collines transverses et posées à angle droit, avec crénelures au sommet et scissure médio-longitudinale très accusée; arête récurrente en saillie prononcée et tuberculée dans le fond des vallons, de

façon à les intercepter en partie ; bourrelet basilaire interne ordinairement assez renflé, et rejoignant en avant et en arrière un talon à crénelures plus ou moins profondes.

Deuxième molaire à couronne rectangulaire moins large à proportion que la dent homologue dans le *M. Borsoni ;* à collines plus hautes en même temps, et dont l'épaisseur à leur base est moindre que leur hauteur ; vallons intermédiaires moins ouverts, et toujours en partie interceptés par les tubercules terminaux de l'arête récurrente.

Troisième molaire à couronne un peu plus longue à proportion que celle de *M. Borsoni* et également plus contractée en arrière ; portant aussi quatre collines transverses dont les trois premières sont moins égales entre elles; la quatrième est suivie d'un talon crénelé tantôt détaché, tantôt rejoignant la pointe interne de la quatrième colline. Bourrelet en ceinture basilaire, ordinairement très saillant.

*Série inférieure.* — Incisives observées par M. Falconer sur une mandibule du Musée de Winterthur, en Suisse.

Première et seconde molaires inférieures, à couronne sensiblement plus étroite en avant qu'en arrière, portant chacune trois collines posées un peu obliquement par rapport au plan de la couronne ; bourrelet en ceinture, ordinairement moins accusé que dans les supérieures.

Dernière molaire à couronne surbaissée et contractée en arrière ; portant, comme la supérieure, quatre collines qui vont en décroissant de largeur de la deuxième à la quatrième ; celle-ci, suivie d'un talon tuberculé, diversiforme, mais toujours nettement détaché. Dans cette espèce, il y a quelquefois suppression anomale d'une colline aux dernières molaires tant supérieures qu'inférieures. La détrition produit, sur les molaires du *Mastodon tapiroides*, des figures en lozanges moins définis que dans celles du *M. ohioticus ;* on y retrouverait plutôt une forme tréflée à lobes un peu anguleux.

*Distribution géographique.* — France : bassin supérieur et inférieur de la Garonne, faluns de la Touraine et graviers contemporains de l'Orléanais, lignites de Soblay (Ain). Espagne : argiles marneuses de San-Isidro, près Madrid. Suisse : environs de Zurich et de Winterthur, OEningen ?, près du lac de Constance.

*Horizon géologique.* — En France, miocène moyen ; en Espagne, miocène moyen ? ou inférieur ? ; en Suisse, miocène moyen et peut-être aussi miocène supérieur ? (OEningen).

Voir pour les morceaux rapportables à l'espèce :

Schinz, *Ueb. die ueb.* (*Mémoires de la Soc. gén. helv. p. les sc. nat.* Zurich, 2e part., 1833, fig. 1 et 2).
Blainville, *Ostéog.*, g. *Éléph.*, pl. XVII, *M. tapiroides*, sup. 5 et 6e; inf. 1 et 6e.
Kaup, *Beit. zur Nach. der Kenn. Urw. Saeug.* Darms., 1857, pl. V, fig. 1.
Guettard, *Mém.* (1re coll.), t. III, pl. VII, fig. 4, sp.?.

3. *Mastodon pyrenaicus*, Lart. (in Falconer, *Quart. Journ.*, vol. XIII, 1857).

Espèce nouvelle que j'ai pu établir, en premier lieu, d'après trois molaires et quelques ossements dont je dois la possession aux soins éclairés et à la générosité de M. Figarol, médecin vétérinaire à Saint-Frajou (Haute-Garonne). Ces divers morceaux avaient été recueillis par M. Figarol dans les déblais d'une tranchée ouverte pour le tracé d'un chemin de grande communication. Plus tard, j'ai observé, dans diverses collections particulières, quelques autres pièces qui m'ont paru rapportables à cette espèce plus grande que le Mastodonte de l'Ohio.

Première dentition totalement inconnue.

Je suis conduit à rapporter à ce Mastodonte, par exclusion démontrée des espèces contemporaines, un tronçon de défense du cabinet de M. Fontan, à Saint-Gaudens (Haute-Garonne). Cette défense, à en juger par ce qui en a été conservé, était comprimée dans sa région moyenne, et sa coupe donne une figure sensiblement ovalaire. On n'aperçoit pas à la surface la moindre trace de cette bande longitudinale d'émail qui caractérise les défenses du *Mastodon tapiroides* et du *M. angustidens*, espèces dont les restes sont plus répandus dans cette partie du bassin supérieur de la Garonne.

Une seule mâchelière intermédiaire a été retrouvée, c'est la pénultième molaire inférieure. Sa couronne très usée indique assez nettement trois divisions transverses où la détrition a produit des aires en trèfles irréguliers, bordés d'un émail médiocrement épais; il y a en arrière un fort talon tuberculé.

La dernière molaire inférieure du même sujet porte quatre collines dont les deux premières, flanquées d'un tubercule accessoire, passent au type mamelonné, et donnent, par l'usure, des figures en trèfles mal définies. Les dernières collines retiennent jusqu'à un certain point la disposition *tapiroïde* des molaires de l'espèce qui porte ce nom. Les vallons qui les séparent restent

presque entièrement libres ; on retrouve à leur ouverture cette saillie verruqueuse d'émail qui a déjà été signalée dans certaines molaires du *M. Borsoni*. Les trois collines antérieures sont subégales en largeur ; la quatrième, sensiblement contractée, est suivie d'un talon épais, trifide au sommet et nettement détaché.

La dernière molaire supérieure, toujours du même sujet, a sa couronne très large, supportant quatre collines dont les deux premières, à figures subtréflées, ont leurs vallons intermédiaires partiellement interceptés par un tubercule accessoire. Les deux collines supérieures, plus comprimées et presque *tapiroïdes*, sont séparées par des vallons libres. Le talon terminal est en grosse crête entaillée de fortes crénelures, et il se rattache à la pointe interne de la quatrième colline.

*Distribution géographique.* — France : Saint-Frajou, environs de l'Ile-en-Dodon (Haute-Garonne), Castelnau, Magnoac (Hautes-Pyrénées), d'après une molaire très grosse de la collection du petit séminaire d'Auch ; Labarthe (Haute-Garonne), au pied des premiers contre-forts pyrénéens, d'après une molaire incomplète décrite et figurée par M. Noulet ; Moncaup (Basses-Pyrénées), autre grosse molaire conservée à Pau avec les dents de Dinotherium provenant du même gisement et décrites par M. Mermet ; graviers de l'Orléanais ?, d'après quelques fragments insuffisamment déterminés dans le Musée d'Orléans. Georgensmund ?. En Bavière ?. Toscane : val d'Arno supérieur, avec le *M. angustidens*, et dans des couches inférieures à celles où l'on trouve le *M. arvernensis*, d'après des renseignements qui viennent de m'être transmis par M. le marquis C. Strozzi.

*Horizon géologique.* — Miocène moyen, peut-être miocène supérieur. En Toscane ?.

Voir :

Noulet, *Hist. et Mém. de l'Ac. des sc. de Toulouse*, t. VI, 1re part., p. 156, fig.

Mermet, *Bull. de la Soc. des sc. et arts de Pau*, 1844. 3e livraison, pl. I, fig. 1.

H. de Meyer, *Die foss. Zahr., etc.*, von Georgensmund, pl. I, fig. 1 ? et 5 ?? ; pl. II, fig. 8 ?.

4. *Mastodon angustidens*, Cuv.
*M. longirostris*, Gervais.
*M. Cuvieri*, Pomel.
*M. simorrense*, Lart.

Première dentition : inc. $\frac{1-1}{1-1}$, mâch. $\frac{3-3}{3-3} = 16$.

*Série supérieure.* — Incisives rudimentaires observées hors place, assez semblables à celles de l'Éléphant d'Afrique, c'est-à-dire à couronne aplatie, en pointe mousse, enveloppée d'émail, avec racine distincte plus longue que la couronne et fermée à son extrémité. Ces incisives tombaient vraisemblablement dans les Mastodontes, comme chez les Éléphants, avant la sortie de la troisième mâchelière de lait, pour faire place aux défenses de seconde dentition dont l'évolution est très précoce chez les proboscidiens.

Première mâchelière de lait à couronne contractée en avant, portant quatre tubercules inégaux sur deux rangées transverses, avec rudiment de talon en avant et en arrière.

Deuxième supérieure de lait sensiblement plus étroite en avant qu'en arrière, portant deux rangées transverses de mamelons flanqués de tubercules intermédiaires, avec talon crénelé antérieur et postérieur ; ce dernier plus important.

Troisième de lait à couronne rectangulaire, supportant trois collines transverses et subtapiroïdes, avec vallons intermédiaires interceptés de nombreux tubercules accessoires ; bourrelet de crénelures plus ou moins interrompu à la base interne, et rejoignant les deux talons antérieur et postérieur également crénelés sur leur bord supérieur.

*Série inférieure.* — Incisives de lait non observées, mais théoriquement admissibles. Première mâchelière de lait à lobe unique, gemmiforme ou comprimé, tantôt simple, tantôt avec denticule à la base.

Deuxième de lait à deux rangées de mamelons, avec tubercules intermédiaires et talons tuberculés en avant comme en arrière.

Troisième de lait à trois rangées de mamelons, flanqués de tubercules intermédiaires qui obstruent le fond des vallons ; talon tuberculé antérieur et postérieur (1).

$$\text{Deuxième dentition : inc. } \frac{1-1}{1-1}, \text{ prém. } \frac{2-2}{2-2}, \text{ mol. } \frac{3-3}{3-3} = 24.$$

*Série supérieure.* — Défense cylindrique à sa sortie de l'alvéole, comprimée et presque prismatique à son extrémité fonctionnelle,

(1) Les Mastodontes ont en général l'émail de leurs mâchelières de lait mince et pénétré de rides ou plis verticaux. L'émail des prémolaires et des molaires de seconde dentition est toujours plus épais, à proportion, et ordinairement lisse à la surface.

plus ou moins contournée en spirale, toujours avec une bande longitudinale d'émail *sur la face concave*.

Première prémolaire supérieure, à quatre tubercules inégaux disposés sur deux rangées. La seconde paire de tubercules plus écartés que ceux de la première, avec talon crénelé en avant et en arrière, mais se confondant avec les tubercules principaux.

Deuxième prémolaire construite sur le même plan, plus grosse, et à tubercules ou mamelons plus élancés et plus distincts.

Première molaire à couronne rectangulaire, portant trois rangées de mamelons peu élancés, plus gros et plus rapprochés par la base du côté interne où ils sont flanqués de tubercules ou mamelons accessoires qui, ne s'élevant pas au niveau des rangées transverses, n'interrompent que partiellement les vallons intermédiaires. Talons antérieur et postérieur crénelés, et se confondant avec les rangées extrêmes. La détrition détermine l'apparition, sur chaque division transverse, de figures tréflées dont le sommet est tourné du côté interne dans les molaires supérieures, et à l'inverse dans les inférieures.

Deuxième molaire construite sur le même plan que la première, seulement avec un accroissement très sensible de ses proportions.

Troisième molaire à quatre collines dont les deux dernières sont surbaissées et contractées, avec talon terminal crénelé et se confondant presque toujours avec la dernière colline.

*Série inférieure.* — Incisives permanentes, de forme variable, le plus souvent aplaties de dessus en dessous, avec une dépression tout le long de leur bord externe, sans racines et à croissance continue, avec bulbe persistant, profondément implantées dans la symphyse très prolongée de la mandibule; comparativement peu exertes (15 à 20 centimètres) et cependant fonctionnelles, à en juger par l'extrémité de leur couronne toujours usée en biseau; entièrement recouvertes d'une enveloppe de cortical et sans vestige d'émail sur aucune partie de leur couronne.

Première prémolaire inférieure à lobe antérieur bifide au sommet, avec talon tuberculé en arrière et en contre-bas.

Deuxième prémolaire à couronne contractée en avant, avec deux rangées transverses de mamelons flanqués de tubercules qui interceptent partiellement le vallon intermédiaire. Talon tuberculé en avant comme en arrière; ce dernier plus important.

Première molaire à couronne rétrécie en avant, de moitié plus longue que large, portant trois rangées un peu obliques de mamelons, les plus gros du côté externe. Chaque paire à sommets bifides et sensiblement convergents, flanqués de tubercules inter-

médiaires s'élevant jusqu'à mi-hauteur et interceptant en grande partie les vallons séparatifs des rangées. Talon en avant comme en arrière, ce dernier nettement détaché et le plus souvent bituberculé.

Deuxième molaire plus forte de beaucoup et construite sur le même plan.

Troisième ou dernière molaire à quatre collines, se contractant d'avant en arrière, avec talon terminal diversiforme, mais ordinairement détaché.

Dans cette espèce, la forme de la dernière molaire, tant supérieure qu'inférieure, est très variable ; il y a quelquefois suppression et plus rarement addition d'une rangée de mamelons. Il arrive aussi plus fréquemment que les deux paires transverses de mamelons deviennent confluentes dans les dernières rangées de la molaire inférieure.

Les alvéoles des défenses supérieures, quoique assez longs, n'avancent pas autant que la symphyse de la mandibule qui est à proportion deux fois aussi longue que dans le *M. longirostris* d'Eppelsheim.

La dent sur laquelle a été établi le *M. minutus* de Cuvier est une première molaire inférieure du *M. angustidens*.

Il faut aussi supprimer le *M. Gaugaci*, Lart., qui repose principalement sur une prémolaire supérieure dans un cas de développement anomal.

*Distribution géographique.* — France : bassins supérieurs de la Garonne, faluns de la Touraine et graviers de l'Orléanais, bassin du Rhône. Espagne : environs de Léon et de Valladolid, San-Isidro, près de Madrid, Brihuega. Italie : val d'Arno supérieur ?, dans des argiles bleues inférieures, d'après M. Strozzi, aux assises où l'on trouve le *M. arvernensis*. Suisse : la Chaux-de-Fonds, environs de Zurich et de Winterthur. Bavière : Georgensmund. Autriche : bassin de Vienne. Moravie. Saxe (la dent type du *M. minutus* de Cuvier).

*Horizon géologique.* — Miocène moyen ? ou miocène inférieur ? à San-Isidro, près Madrid, et à Brihuega. Miocène supérieur ? dans le val d'Arno. Miocène moyen, partout ailleurs.

Voir pour les dents rapportables à cette espèce :

Cuvier, *Oss. foss.*, 1825, divers Mast., pl. I, fig. 1, 2, 4 ; pl. II, fig. 11 ; pl. III, fig. 1, 2, 3, 6.

Blainville, *Ostéog.*, g. *Éléph.*, pl. XIV, morceaux de Gascogne ; pl. XV, sup. $1^b$, $1^c$, $1^e$, $3^c$, $4^a$, $4^c$, $5^a$, $5^b$, $5^d$ ; inf. $1^c$, $1^d$, $1^e$, $3^a$, $3^b$, $4^a$, $4^b$, $5^a$, $5^b$. *Nota.* Dans les séries théoriques que

M. de Blainville a données planche XV, il y a confusion entre les dents de divers âges et de trois espèces différentes (*M. angustidens*, *M. longirostris*, *M. arvernensis*); de plus, il y a indication inexacte pour le rang assigné à la plupart de ces dents.

Kaup, *Beit. zur nach. Kenss. der urw. Saueg.*, 1857, pl. I, fig. 1 à 4; pl. II, fig. 1; pl. III; pl. V, fig. 2; pl. VI, fig. 1 à 4.

Falconer and Cautley, *Fauna ant. Sivalensis illust.*, part. V, pl. XL, fig. 7 à 9.

Falconer, *Quart. journ. of the geol. Soc. of Lond.*, 1857, vol. XIII, pl. XI, fig. 3 et 4.

Schinz, *Mém. de la Soc. gén. helv.*, 2e p., Zurich, 1833, pl. I, fig. 3 à 11.

H. de Meyer, *Die foss. Zach., etc.*, von Georgensmund, 1834, pl. I, fig. 2, 3, 4; pl. II, fig. 7a, 7b.

De Verneuil, Collomb et Gervais, *Bull. Soc. géol. de Fr.*, t. X, 2e sér., pl. IV, fig. 8.

Pictet, *Traité de paléont.*, 1853, atlas, pl. IX, fig. 8.

Kennedy, *Mém. Ac. de Munich*, 1785, pl. I, fig. 2.

Réaumur, *Mém. Ac. des sc.*, 1715, pl. VII, fig. 1 et 2.

Grew, *Mus. Soc. Reg.*, pl. XIX, fig. 1.

5. *Mastodon arvernensis*, Croizet et Jobert.

*M. angustidens*, Cuv., *pro parte*, Blainv., *id.*, Owen, *id.*, Laurill., *id.*

*M. brevirostris*, Gervais.

*Ananeus macroplus*, Aymard.

Cette espèce rentre dans la section des Mastodontes dont les mâchelières intermédiaires sont à quatre rangées de mamelons (s.-g.: *Tetralophodon*, Falc.).

$$\text{Première dentition : inc. } \frac{1-1}{0?-0?}, \text{ mâch. } \frac{3-3}{3-3} = 14.$$

*Série supérieure.* — Incisives de lait inconnues.

Première mâchelière de lait à couronne contractée en avant, avec divisions tuberculeuses inégales.

Deuxième de lait à trois rangées flanquées de nombreux tubercules accessoires; talon crénelé en avant comme en arrière.

Troisième de lait à couronne rectangulaire, très compliquée de tubercules accessoires aux quatre rangées principales qui sont précédées et suivies d'un talon crénelé.

*Série inférieure.* — Incisives vraisemblablement nulles.

Première mâchelière de lait à lobe unique, comprimé, simple ou denticulé à la base.

Deuxième de lait à trois divisions confuses, par sections alternantes, plus étroite en avant qu'en arrière.

Troisième de lait à quatre divisions, ou rangées bisectionnées en fractions transversales alternantes.

Deuxième dentition : inc. $\frac{1-1}{0-0}$, prém. $\frac{0-0}{0-0}$, mol. $\frac{3-3}{3-3} = 14$.

*Série supérieure.* — Défenses cylindroïdes à courbe simple ou contournée en spirale, sans bande d'émail sur aucune de leurs faces.

Prémolaires nulles, ou tout au moins leur absence constatée dans un maxillaire, portant les trois mâchelières de lait dont la seconde était très usée et la troisième entamée par la détrition. Ce maxillaire, exploré avec la plus grande attention, n'a pas laissé apercevoir le moindre vestige, même rudimentaire, des germes des prémolaires dont le développement est déjà très avancé dans les maxillaires du *M. angustidens* portant des mâchelières de lait aussi usées.

Première et deuxième molaires à couronne rectangulaire, portant quatre rangées de mamelons en paires plus ou moins alternantes, et flanquées d'un mamelon intermédiaire de hauteur presque égale à celle des mamelons principaux ; les vallons toujours complétement interceptés; les mamelons principaux moins gros à proportion que dans le *M. angustidens* et plus élancés que ceux du *M. longirostris*.

Dernière molaire à cinq rangées séparées par des vallons toujours fermés et à paires plus ou moins obliques ; talon terminal diversiforme.

*Série inférieure.* — Incisives inférieures nulles.

Prémolaires également nulles.

Première et deuxième molaires à quatre rangées de mamelons plus ou moins alternants, avec talon tuberculé. Les vallons toujours interceptés par un mamelon intermédiaire presqu'à niveau des collines.

Dernière molaire à cinq rangées dont les quatrième et cinquième ont leurs mamelons constamment alternants. Quelquefois cependant la dent se trouve tellement contractée en arrière, que les mamelons composant les rangées postérieures deviennent confluents. Talon terminal diversiforme et quelquefois représenté par un mamelon unique.

*Distribution géographique.* — France, sables marins de Montpellier sans association d'Éléphant ; Auvergne et Vélay ; dans les

alluvions sous-volcaniques *inférieures* sans association d'Éléphant; alluvions anciennes de la Bresse, etc. Angleterre, crag de Suffolk et de Norwich, avec association originelle? ou accidentelle d'Éléphants (*E. meridionalis*). Espagne, sp.?, lignites d'Alcoy, avec des mammifères de deux âges différents : miocène supérieur et pliocène. Piémont, province d'Asti, avec *M. Borsoni*, *E. meridionalis*, *E. antiquus*, etc. Toscane et États romains, avec Éléphant. Bassin de Vienne. Volhynie? (*M. intermedius*, Eichwald). Russie méridionale, pointe de Taman à l'extrême Europe, au pied du Caucase (d'après un fragment de molaire rapporté par M. de Verneuil, sp.?). Afrique, sp.?, d'après une molaire figurée par M. Gervais et rapprochée par lui de son *M. brevirostris*, c'est-à-dire du *M. arvernensis*.

*Horizon géologique.* — Miocène supérieur? ou pliocène en Espagne, à Alcoy; partout ailleurs, pliocène.

Voir :

Croizet et Jobert, *Oss. foss. du Puy-de-Dôme*, pl. I, fig. 1 à 4; pl. II, fig. 7; pl. XII, fig. 7; pl. XIII, fig. 1 et 2.

Nesti, *Dell. ost. del M. à dent. str. Lett. et fig. h. Canali*, Pisa, 1826, pl. II, fig. 13 à 16.

Cuvier, *Oss. foss.*, 1825, t. I, pl. II, fig. 4 et 5; divers Mast., pl. I, fig. 3, 5; pl. II, fig. 7, 8, 9, 10, 13; pl. IV, fig. 1, 2, 3, 4, 6 et 7.

Blainville, *Ostéog.*, g. *Éléphant*, pl. XIV, fig. des Étuaires (d'Auvergne), de Stellenhof (Autriche); pl. XV, sup. 1ᵃ, 2ᵃ, 2ᵇ; inf. 1ᵃ, 6ᵇ.

Gervais, *Zool. et pal.*, pl. I, fig. 3 et 4, pl. III, fig. 7. — *Mém. Ac. des sc. de Montp.*, 1850, t. I, pl. XIV.

Owen, *British foss. Mamm. and Birds*, fig. 97, 98, 99, 100.

Borson, *Mem. del. r Acc. del. sc. di Torino*, t. XXIV, pl. I, fig. 1 et 2; pl. II, fig. 3 et 4. — t. XXVII, pl. III, fig. 1.

Eichwald, *Nov. act. Ac. nat. cur.*, XVII, p. 2, pl. LVIII et LIX.

Sismonda (Eug.), *Mem. del. r. Acc. del. sc. di Torino*, t. XII, 2ᵉ sér., pl. I.

Falconer and Cautley, *Fauna ant. Sivalensis illust.*, p. V, pl. XXXVI, fig. 7 à 9; pl. XXXVII, fig. 9.

Falconer, *Quart. journ. of the geol. Soc. of Lond.*, 1857, vol. XIII, pl. XII, fig. 1 à 4.

Lyell, *Manual of the geol.*, 1855, fig. 135.

Kaup, *Beitr. zur nach. Kenn. der Urw. Saeug.*, Darmst., 1857, pl. II, fig. 3, 8.

Baldassari, *Att. del. Ac. del. sc. de Sienna*, 1767, t. III, pl. VI, VII et VIII.

Knorr, *Rec. des monum.*, sup., pl. VIII *c*, fig. 1? et 2?.

6. *Mastodon longirostris*, Kaup., 1832 ; *M. arvernensis*, Kaup., 1857 (*Beit. zur nach.*, etc., Darmst., 1857).
*M. arvernensis*, H. de Meyer.
*M. angustidens*, Owen.

Autre espèce de la section des Mastodontes dont les mâchelières intermédiaires sont à quatre rangées de mamelons (s.-g.: *Tetralophodon*, Falc.).

$$\text{Première dentition : inc. } \frac{1-1}{1-1}, \text{ mâch. } \frac{3-3}{3-3} = 16.$$

Cette formule est théorique en ce qui concerne les incisives, et aussi pour les mâchelières inférieures que je n'ai observées ni en nature ni figurées.

*Série supérieure.* — Première mâchelière de lait contractée en avant et à deux rangées inégales de tubercules ou mamelons.

Deuxième de lait à couronne un peu rétrécie en avant ; portant trois rangées transverses avec tubercules accessoires et talons crénelés en avant comme en arrière.

La troisième à quatre rangées avec tubercules intermédiaires, et double talon crénelé antérieur et postérieur.

$$\text{Deuxième dentition : inc. } \frac{1-1}{1-1}, \text{ prém. } \frac{2-2}{2-2}, \text{ mol. } \frac{3-3}{3-3} = 24.$$

*Série supérieure.* — Défenses incomplétement connues.

Première et deuxième prémolaires à quatre tubercules sur deux rangées subégales, et absolument dans le même plan que les prémolaires du *M. angustidens*.

Première et deuxième molaires à couronne rectangulaire, portant quatre rangées de mamelons séparés par des vallons tantôt partiellement interceptés par des tubercules intermédiaires à mi-hauteur des rangées, tantôt libres.

Dernière molaire à cinq rangées de mamelons, avec suppression ou augmentation exceptionnelle d'une rangée ; talon terminal diversiforme.

*Série inférieure.* — Incisives non observées en place, mais devant être considérées comme permanentes, leurs alvéoles ayant été retrouvés dans la mandibule d'un sujet adulte ; la symphyse de cette mandibule est moins prolongée que dans le *Mastodon angustidens*.

Première et deuxième prémolaires dans le même plan que celles du *M. angustidens*.

Première et deuxième molaires à quatre rangées de collines, avec détails de structure analogues à ceux des molaires supérieures.

La dernière inférieure à cinq rangées de mamelons se contractant en arrière et suivies d'un talon diversiforme. Comme dans la supérieure, il y a quelquefois addition ou suppression d'une rangée.

Cette espèce se distingue nettement de la précédente par la présence d'incisives inférieures persistantes et par l'existence constatée des *prémolaires* aux deux mâchoires. Les mamelons de ses mâchelières sont moins élancés et leurs rangées mieux alignées transversalement. Les tubercules ou mamelons accessoires sont aussi moins gros, et ne s'élèvent pas, comme dans le *M. arvernensis*, jusqu'au niveau des mamelons principaux ; aussi les vallons séparatifs des rangées sont-ils moins complétement interceptés dans le *M. longirostris ;* quelquefois même ils restent entièrement libres entre les dernières rangées des vraies molaires.

*Distribution géographique.* — Hesse rhénane : Eppelsheim. Grèce : Pikermi, sp.?, au pied du mont Pentélique (1).

*Horizon géologique.* — Miocène supérieur.

Voir pour les morceaux figurés rapportables à cette espèce :

Kaup, *Oss. foss.*, Darmst., 1832, pl. XVI, fig. 1 à 5; pl. XVII, fig. 1 à 14; pl. XVIII, fig. 1 à 9; pl. XIX, fig. 1 à 5; pl. XX, fig. 2 à 5.

Kaup, *Beitr. zur nach.*, *etc.*, 1857, pl. II, fig. 1 et 2; pl. IV; pl. VI, fig. 5 et 6.

Blainville, *Ostéog.*, g. *Éléph.*, pl. XIV, les morceaux d'Eppelsheim ; pl. XV, sup. $2^c$, $2^d$, $2^e$, $3^a$, $5^c$, $6^a$, $6^b$; inf. $1^b$, $5^c$, $6^a$.

---

(1) Dans le mémoire où nous avons, M. A. Gaudry et moi, consigné nos premiers aperçus sur la faune de Pikermi, et donné la liste des mammifères que nous y avions reconnus, cette liste comprend, sous la dénomination *provisoire* de *Mastodon pentelicus?*, quelques ossements et un maxillaire supérieur d'un jeune individu dont les dents n'ont pas pu être rigoureusement identifiées avec celles d'aucune espèce connue. Mais comme cette détermination repose principalement sur des dents du jeune âge, dont les formes sont d'ordinaire moins arrêtées que celles de seconde dentition, je ne me crois pas autorisé à introduire cette espèce dans la nomenclature de celles définitivement admises; d'autant que le gisement de Pikermi, renfermant plusieurs autres mammifères également retrouvés à Eppelsheim, il peut se faire que des observations ultérieures constatent un nouveau cas d'identité entre les Mastodontes de ces deux localités. Le Mastodonte de Pikermi rentre d'ailleurs dans la même section (Tétraphodon) par la composition de ses molaires, sa deuxième de lait supérieure étant à trois collines, comme son homologue dans le *M. longirostris*.

H. de Meyer, *Nov. act. Ac. nat. cur.*, t. XV, 2e p., pl. LVII.
Owen, *British foss. Mamm. and Birds*, fig. 96.
Falconer and Cautley, *Fauna ant. Sival. illust.*, p. V, pl. XXXVI, fig. 10 à 13; pl. XL, fig. 6.
Falconer, *Mastodon; Quart. journ. of the geol. Soc. of Lond.*, 1857, vol. XIII, pl. XI, fig. 1 et 2.
Pictet, *Traité de paléont.*, 1853, atlas, pl. IX, fig. 9.
Bronn, *Leth. geogn.*, 1856, atlas, pl. XLIII, fig. 5.
A. Wagner, *Mém. Ac. de Munich*, 1857, pl. VII, fig. 16, sp. ?.

*Dimensions, en longueur et en largeur moyenne, de la couronne de la pénultième molaire inférieure dans les espèces des genres* Dinotherium *et* Mastodon *ci-dessus mentionnées* (1).

| | | Longueur de la couronne. | Largeur de la couronne. |
|---|---|---|---|
| *Dinotherium giganteum* | | 0m,084 | 0m,073 |
| | | 0, 075 | 0, 065 |
| *D.* sp.? | | 0, 086 | 0, 074 |
| *D.? bavaricum* | de Bavière | 0, 062 | 0, 057 |
| | d'Alan en Comminges | 0, 064 | 0, 063 |
| *D. Cuvieri* | | 0, 058 | 0, 048 |
| *Mastodon Borsoni* | | 0, 113 | 0, 085 |
| *M. tapiroides* | | 0, 115 | 0, 072 |
| *M. pyrenaicus* | | 0, 134 | 0, 076 |
| *M. angustidens* | | 0, 105 | 0, 052 |
| *M. arvernensis* | | 0, 150 | 0, 082 |
| *M. longirostris* | | 0, 145 | 0, 073 |

## Genre *Elephas*, Linné.

Première dentition : inc. $\frac{1-1}{0-0}$, mâch. $\frac{3-3}{3-3} = 14$.

Incisives supérieures rudimentaires, à couronne revêtue d'émail et plus courte que leur racine qui est fermée à son extrémité alvéolaire (Corse). Ces dents tombent de bonne heure pour faire place aux incisives permanentes ou défenses.

Les trois premières mâchelières, qui se développent successivement et à des intervalles inégaux sur chaque branche de maxillaires, sont considérées comme les analogues des mâchelières de

(1) J'ai pris ces mesures sur une *pénultième* molaire plutôt que sur une *dernière*, parce que les proportions de la dernière molaire, dans ces grands animaux, sont plus sujettes à des variations individuelles.

lait chez les autres mammifères. Ces dents ne sont jamais remplacées par des prémolaires à évolution verticale (1).

Deuxième dentition : inc. $\frac{1-1}{0-0}$, prém. $\frac{0-0}{0-0}$, mol. $\frac{3-3}{3-3} = 14$.

Défenses supérieures cylindriques, de volume très variable et à courbe diversement dirigée, sans émail sur aucune de leurs faces ; ivoire toujours strié sur sa tranche.

Molaires de forme et de composition très variées ; leur apparition est successive et s'effectue par progression horizontale. La complication numérique des éléments lamelleux de leur couronne augmente plus ou moins rapidement suivant les espèces. Dans l'Éléphant actuel des Indes (*E. indicus*), la progression numérique des lames pour les six mâchelières de la série totale peut être exprimée par la formule suivante empruntée à M. Falconer :

$$1^{re}\ \frac{4}{4},\ 2^{e}\ \frac{8}{8},\ 3^{e}\ \frac{12}{12},\ 4^{e}\ \frac{14}{14},\ 5^{e}\ \frac{18}{18},\ 6^{e}\ \frac{24}{24}\ \text{ou } 27.$$

Dans l'Éléphant d'Afrique qui a les lames de ses mâchelières plus épaisses que celles de l'Éléphant de l'Inde, la progression est moindre ; elle a dû être plus forte dans l'*E. primigenius* dont les mâchelières sont à lames beaucoup plus minces.

Dans la faune tertiaire de l'Asie, certaines espèces que l'on a appelées *transitionnelles* avaient les divisions de la couronne de leurs molaires en *collines* plutôt qu'en *lames*, et le nombre de ces collines était plus réduit que dans l'Éléphant d'Afrique.

*Distribution géographique des Éléphants fossiles en Europe.* — Islande?, Angleterre, France, Espagne, Italie, Sicile, Suisse, Allemagne, Russie occidentale et méridionale, etc., etc.

*Horizon géologique en Europe.* — Pliocène et post-pliocène.

L'Afrique méditerranéenne paraît aussi avoir eu des Éléphants dans les deux âges pliocène et post-pliocène.

Dans l'Asie centrale et méridionale, les Éléphants ont fait leur apparition plutôt qu'en Europe (miocène supérieur) et en même temps que les Mastodontes.

Dans l'Amérique du Nord, les plus anciennes espèces de ces deux genres sont de la période pliocène : *Mastodon mirificus* et

(1) Sauf l'exception déjà signalée dans l'*Elephas planifrons* de la faune ancienne des monts Sivalicks, en Asie.

*Elephas imperator*, Leidy, de la vallée de Niobrara, pliocène du Missouri.

L'existence des Éléphants n'est encore indiquée dans l'Amérique méridionale que par un fragment de molaire à lames épaisses, rapporté de Cayenne par le capitaine Perret et donné par lui au Musée de Marseille.

1. *Elephas meridionalis*, Nesti.
   *E. proboletes ?*, Fischer.

Dentition incomplétement observée. Défenses cylindriques, très fortes et peu courbées.

Mâchelières à couronne presque aussi large que haute, à lames très épaisses ; leur émail, irrégulièrement festonné, offre le plus souvent une expansion médiane simple ou double qui rappelle jusqu'à un certain point les figures rhomboïdales que la détrition produit sur les molaires de l'Éléphant d'Afrique. Le nombre des lames, peu progressif dans les mâchelières intermédiaires (7 à 9?), s'élève jusqu'à 13 et au-dessus pour la dernière molaire. Dans cette espèce, chaque branche de maxillaire montre 12 à 13 lames en exercice simultané sur une surface triturante de $0^m,24$ en longueur.

*Distribution géographique.* — Angleterre : Crag de Norwich, associé accidentellement peut-être au *Mastodon arvernensis*. France : alluvions anciennes de la Bresse ; alluvions sous-volcaniques *intermédiaires* de l'Auvergne et du Vélay, non associé aux Mastodontes ; à Saint-Prest, près de Chartres ; à la Viste, environs de Marseille, etc., etc. Piémont : province d'Asti, associé aux Mastodontes. Toscane : val d'Arno, avec Mastodontes. Environs de Rome. Crimée : dans la tranchée de Sébastopol, sp.?. Volhynie?. Environs de Moscou ? Sibérie?, d'après une molaire à lames épaisses donnée au Muséum d'histoire naturelle de Paris par M. Ravergie.

*Horizon géologique.* — Pliocène.

Voir pour les morceaux rapportables à l'espèce :

Nesti, *Lett. sop. gl. alc. foss. del val d'Arno*, Pisa, 1825, pl. I, fig. 3.

Croizet et Jobert, *Oss. foss. du Puy-de-Dôme*, pl. IX, fig. 1 ; pl. X, fig. 1.

Cuvier, *Oss. foss.*, 1825, t. I, *Éléph.*, pl. IX, fig. 3, 4 et 8.

Blainville, *Ostéog.*, g. *Éléph.*, pl. VIII, fig. $3^a$, $4^a$ ; pl. X, fig. $4^c$, $6^a$, $6^d$.

Falconer and Cautley, *Fauna ant. Sival. illust.*, p. III, pl. XIV[B], fig. 1 à 18.
Owen, *Brit. foss. Mamm. and Birds*, fig. 93.
Parkinson, *Organic remains, etc.*, t. III, pl. XX, fig. 6.
Th. Molineux, *Philos. transact.*, 1715, n° 346, fig. 7.
Cortesi, *Saggi geolog.*, 1819, pl. V, fig. 1 et 2.
Eichwald, *Nov. act. Ac. nat. cur.*, t. XVII, p. 2, pl. LIII, fig. 1 et 2.

2. *Elephas antiquus*, Falconer.

Espèce imparfaitement connue.

Molaires à lames plus nombreuses, moins espacées, moins larges?, et en même temps plus hautes que dans l'espèce précédente; émail moins épais et plus régulièrement festonné, avec ou sans expansion médiane; 14 à 15 lames en exercice sur 0m,24 de surface triturante en longueur.

*Distribution géographique.* — Angleterre : alluvions anciennes de la Tamise et cavernes (Kirkdale et Kent's-Hole). France : bassin de la Gironde; Champagne, près Sainte-Ménéhould ; alluvions de la Bresse. Suisse. Piémont : province d'Asti. Environs de Rome. Sicile, près de Palerme. Afrique méditerranéenne?, province d'Oran.

*Horizon géologique.* — Pliocène et peut-être aussi post-pliocène.

Voir pour les pièces rapportables à l'espèce :

Falconer and Cautley, *Fauna ant. Sival. illust.*, part. II, pl. XIII[A] et XIII[B], fig. 4 et 5; pl. XIV, fig. 1, 2. — Part. III, pl. XII[B], fig. 4, 5; pl. XIV[A], fig. 1 à 13.
Buckland, *Reliq. diluv.*, pl. VII, fig. 1 et 2.
Owen, *British foss. Mamm. and Birds*, fig. 87?.
Kirby Trimmer, *Philos. transact.*, 1813, p. 136, pl. VIII, fig. 1 et 2.
Aldrovandi, *Mus. metal.*, tab. IX, p. 831?.
Ch. Gottlob Steding, *Nov. act. Ac. nat. cur.*, 1778, t. VI, obs. LXXI, pl. V.

3. *Elephas primigenius*, Blumenbach.

Défenses à direction variable et implantées dans des alvéoles très longs; mâchelières à couronne plus large à proportion que celles de l'Éléphant de l'Inde, à lames moins épaisses et beaucoup plus nombreuses, bordées d'un émail très mince, rectiligne ou flexueux, quelquefois finement festonné, avec ou sans dilatations anguleuses; 20 à 23 lames en exercice sur 0m,24 de surface triturante en longueur.

*Distribution géographique.* — Islande?, Norwége, Suède, Angleterre, Belgique, France, Allemagne, Russie, Italie, environs de Rome. Non constaté jusqu'à présent en Espagne.

*Horizon géologique.* — Post-pliocène.

Voir :

Cuvier, *Oss. foss.*, 1825, *Éléph.*, pl. V, fig. 4 et 5; pl. VI, fig. 1 à 5; pl. VIII, fig. 1 et 2.

Blainville, *Ostéog.*, g. *Éléph.*, pl. VIII, fig. 2[b], 2[c], 3[b], 4[b], 4[c], 6[a], 6[b], 6[c]; pl. X, fig. 2[a], 2[b], 3[a], 3[b], 3[c], 4[a], 4[c], 4[d], 6[a], 6[b].

Owen, *British foss. Mamm. and Birds*, fig. 91, 92, 94 et 95. — *Odontography*, pl. CXLVIII, fig. 6 et 8.

Falconer et Cautley, *Fauna ant. Sival. illust.*, part. I, pl. I, fig. 1. — Part. II, pl. XIII[A] et XIII[B], fig. 1, 2 et 3.

Eichwald, *Nov. act. Ac. nat. cur.*, t. XVII, p. 2, pl. LII et pl. LXIII.

Morren, *Mém. sur les oss. foss. d'Éléph.*, 1834, *Gand*, pl. II et pl. III.

Parkinson, *Organic remains*, pl. XX, fig. 5.

Pictet, *Traité de paléont.*, 1853, atlas, pl. IX, fig. 3.

Bronn, *Leth. geogn.*, 1856, atlas, pl. LXIII, fig. 4.

4. *Elephas africanus fossilis.*
*E. priscus*, Goldfuss.

*Première dentition.* — Incisives supérieures à couronne courte, aplatie, obtuse et recouverte d'émail, avec racines distinctes plus longues que la couronne.

Mâchelières de lait à lames moins nombreuses que dans l'Éléphant actuel de l'Inde :

$$1^{re}\ \frac{3}{2},\ 2^{e}\ \frac{5}{5},\ 3^{e}\ \frac{7}{7}.$$

Les mâchelières de seconde dentition à lames épaisses avec expansion anguleuse et médiane très dilatée, de façon à prendre une figure rhomboïdale bordée d'émail plus ou moins festonné. Les lames notablement plus hautes que larges transversalement. 9 à 10 lames en exercice sur 0[m],20 ou 0[m],24 de surface triturante en longueur.

*Distribution géographique.* — *Dans l'époque présente*, le centre et le midi de l'Afrique. *Dans les temps historiques* jusqu'au IV[e] siècle, la région méditerranéenne de ce même continent. *A l'état fossile*, Cavernes de l'Algérie et tuf post-pliocène des environs de Guelma. *Diluvium* de Madrid, Espagne. France, en Auvergne, dans la plaine de Sarliève où l'on a également trouvé une

dent d'*E. primigenius*. En Allemagne, sur les bords du Rhin, de la Roer, à Tiede, Wittemberg, Eichstedd, etc., etc.

*Horizon géologique.* — Post-pliocène (1).

Voir :

Goldfuss, *Nov. act. Ac. nat. cur.*, t. X, pl. XLIV; t. XI, p. 2, pl. LVII, fig. 1.

Gervais, *Mém. Ac. des sc. de Montpellier*, 1850, t. I, pl. XV, fig. 7.

Sur les quatorze espèces de proboscidiens dont je viens d'essayer de donner une diagnose qui est loin d'être suffisante pour certains d'entre eux, quatre appartiennent au genre Dinotherium, six au genre Mastodonte et quatre au genre Éléphant; mais des quatre espèces de Dinotherium, il n'y en a que trois d'inscrites avec leur désignation nominale.

L'apparition des premiers proboscidiens en Europe a été précédée par celle des Rhinocéros que l'on trouve déjà représentés dans le miocène inférieur par plusieurs espèces. Il est vrai que nous voyons, dans les gisements de *San-Isidro* et de *Brihuega*, en Espagne, deux Mastodontes (*M. tapiroides* et *M. angustidens*) associés à certains mammifères qui, de ce côté-ci des Pyrénées, rentrent dans la faune du miocène inférieur. Doit-on en conclure que l'établissement des Mastodontes sur le sol de l'Espagne a été antérieur à leur immigration en deçà des Pyrénées? Pourrait-on en induire que l'évolution initiale de ces grands animaux se serait réalisée sur un autre continent, et que leur diffusion vers les parties émergées de l'Europe tertiaire a dû s'effectuer par l'isthme pyrénéen?

Les genres Dinotherium et Mastodonte se sont seuls montrés en Europe pendant la période miocène. Le genre Dinotherium a fini avec le miocène supérieur; les Mastodontes ont reparu sous de

---

(1) Je n'inscrirai pas ici une autre espèce dont les débris assez rares auraient été signalés sous le nom d'*Elephas priscus*, dans certains dépôts *pliocènes* d'Italie et d'Angleterre. J'ai déjà essayé ailleurs d'établir que la dent typique de l'*E. priscus* de Goldfuss n'est en réalité qu'une dent fossile d'*E. africanus*, trouvée dans les alluvions *post-pliocènes* du Rhin, et n'ayant sans doute rien de commun avec cet autre Éléphant de la période précédente, dont les lames dentaires présenteraient une disposition rhomboïdale analogue. Je ferai seulement remarquer que dans l'*E. antiquus* les lames des molaires offrent quelquefois une expansion anguleuse assez sentie dans leur milieu.

nouvelles formes spécifiques pendant la période pliocène avec laquelle ils se sont éteints, si même ils en ont parcouru toutes les phases.

Les Éléphants, qui n'ont paru en Europe que dans les premiers temps de la période pliocène, s'y sont rencontrés à l'époque subséquente, et le moment de leur disparition n'a peut-être pas précédé l'établissement de l'homme sur ce continent.

Il est remarquable que la progression des diverses espèces vers l'orient a été successive comme leur apparition. Les proboscidiens du *miocène moyen* (*D. Cuvieri*, *M. angustidens*, *M. tapiroides*) paraissent s'être arrêtés vers le centre de notre Europe. Ceux du *miocène supérieur* (*D. giganteum*, *M. longirostris ?*) auraient fait un pas de plus vers l'orient; enfin ceux du pliocène (*M. arvernensis*, *M. Borsoni*, *E. meridionalis*) auraient passé jusqu'à l'extrême limite de l'Europe actuelle, et peut-être même franchi la chaîne de l'Oural pour pénétrer dans la Sibérie.

Dans la période post-pliocène, la marche migrative des proboscidiens aurait eu lieu dans une direction à peu près inverse, s'il faut chercher dans le nord de l'Asie le point de diffusion originaire de l'*Elephas primigenius*, et si l'on admet d'autre part que l'*E. africanus* a anciennement habité le centre de l'Europe.

La France, l'Espagne, l'Italie, l'Allemagne, ont fourni des débris de proboscidiens propres aux périodes miocènes, pliocènes et post-pliocènes.

En Angleterre, on n'a trouvé les restes de ces animaux que dans des dépôts pliocènes et post-pliocènes. Une seule espèce du type Mastodonte (*M. arvernensis*) y a été représentée.

L'Afrique septentrionale, qui a pu, dans ces tempe reculés, se trouver rattachée à l'Europe par la Sicile, a également fourni des débris de deux proboscidiens du pliocène (*M. arvernensis?* et *E. antiquus ?*) dont le dernier a laissé des traces de son existence dans la Sicile même, aux environs de Palerme.

Dans le continent asiatique, l'apparition des animaux de l'ordre des proboscidiens aurait été plus tardive qu'en Europe, si l'on doit rapporter au miocène supérieur la faune des monts Sivalicks; mais les trois genres s'y sont montrés simultanément, et chacun d'eux sous plusieurs formes spécifiques : deux Dinotherium, quatre Mastodontes et six Éléphants. Un de ces Éléphants (*E. insignis*) a passé dans la période suivante du pliocène où il s'est retrouvé avec une autre espèce (*E. namadicus*) du même type. D'un autre côté, on remarquera que le type des Éléphants s'est manifesté dans l'Asie à une époque plus ancienne (miocène supé-

rieur) qu'en Europe où il n'a paru que dans la période pliocène.

Les dernières publications de M. le professeur Leidy, de Philadelphie, viennent de nous révéler l'existence dans l'Amérique du Nord d'une faune pliocène où figurent une nouvelle espèce de Mastodonte (*M. mirificus*) et un très grand Éléphant (*E. imperator*). Ces deux proboscidiens y sont accompagnés d'un Rhinocéros, type aujourd'hui étranger à ce continent, mais qui s'y était trouvé antérieurement représenté par deux petites espèces dans la faune du *miocène inférieur* de la Nebraska.

Trois autres proboscidiens ont vécu dans l'Amérique du Nord pendant la période post-pliocène ou quaternaire; ce sont l'*Elephas americanus* que M. Leidy considère comme étant distinct de l'*E. primigenius*; l'*E. Columbi*, Falc., des États du Sud et du Mexique, et le *Mastodon ohioticus* que quelques auteurs supposent avoir été contemporain des premiers hommes qui se sont établis dans cette région du globe.

Dans l'Amérique du Sud, deux formes spécifiques du genre Mastodonte se montrent dans des dépôts *post-pliocènes*; mais peut-être se sont-elles aussi retrouvées dans des formations plus anciennes et rapportables à l'âge précédent ou pliocène. Quant au type Éléphant, il n'y est encore indiqué que par le seul fragment déjà cité d'une molaire à lames épaisses, rapporté de Cayenne par le capitaine Perret.

*Tableau synoptique de la distribution géographique et stratigraphique des proboscidiens en Europe.*

| ESPÈCES. | HORIZON GÉOLOGIQ. | DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE. |
|---|---|---|
| 1. *Dinotherium giganteum*, Kaup. | Miocène supérieur. | France, bassin du Rhône? — Hesse rhénane. — Grèce. — Podolie. |
| 2. *D.*, sp.?. . . . . | Miocène moyen. . . | France centrale et méridionale. |
| 3. *D.? bavaricum*, H. de Meyer. | Miocène moyen. . . | France centrale et méridionale. — Suisse? — Bavière. — Autriche — Moravie. |
| 4. *D. Cuviéri*, Kaup. . . . . | Miocène moyen. . . | France centrale et méridionale. |
| 5. *Mastodon Borsoni*, Hays. | Pliocène. . . . . | France centrale. — Italie. — Valachie. — Petite Tartarie. — Sibérie ?. |
| 6. *M. tapiroides*, Cuvier. . . | Miocène supérieur?. | A OEningen, Suisse. |
| | Miocène moyen. . . | France centrale et méridionale. — Suisse (Zurich). |
| | Miocène moyen ou inférieur?. | Espagne, San-Isidro, près de Madrid. |
| 7. *M. pyrenaicus*. . . . . | Miocène supérieur?. | Val d'Arno, en Toscane. |
| | Miocène moyen. . . | France méridionale (et centrale?). — Bavière?. |
| 8. *M. angustidens*, Cuvier . | Miocène supérieur?. | Val d'Arno, en Toscane. |
| | Miocène moyen. . . | France. — Suisse. — Bavière. — Autriche. — Moravie. — Espagne. |
| | Miocène moyen ou inférieur?. | Espagne, à San-Isidro et dans les lignites de Brihuega. |
| 9. *M. arvernensis*, Croizet et Jobert. . . . . | Pliocène. . . . . | Angleterre. — France. — Italie. — Autriche. — Volhynie. — Au pied du Caucase. — Petite Tartarie ?. |
| | Pliocène ou miocène supérieur?. | Espagne, lignites d'Alcoy, sp.?. |
| 10. *M. longirostris*, Kaup. . | Miocène supérieur. . | Hesse-Rhénane. — Grèce, sp.?. |
| 11. *Elephas meridionalis*, Nesti. | Pliocène. . . . . | Angleterre — France. — Italie. — Podolie?. — Sibérie?. |
| 12. *E. antiquus*, Falconer. . | Pliocène et post-pliocène?. | Angleterre. — France. — Suisse. — Italie — Sicile. — Afrique septentrionale?. |
| 13. *E. primigenius*, Blumenbach. | Post-pliocène. . . . | Le nord de l'Asie et l'Europe entière, sauf la Sicile et l'Espagne, où sa présence n'a pas encore été constatée. |
| 14. *E. africanus fossilis*. . . | Post-pliocène. . . . | France. — Allemagne. — Italie?. — Espagne. — Afrique septentrionale. |

## *Explication des figures* (1).

### PLANCHE XIII. GENRE *Dinotherium*.

Les pièces en nature qui ont servi de modèle au dessinateur pour recomposer, dans les figures 1 et 2 de cette planche, les séries théo-

(1) Les deux premières planches sont l'œuvre de mon jeune et très regretté confrère, Paul de Berville, membre de la Société géologique de France, qu'une mort prématurée a enlevé à ses nombreux amis et à la science qui lui devait déjà un intéressant travail sur des crustacés

riques de première et de seconde dentition, sont de provenances diverses et probablement aussi d'espèces distinctes; mais on s'est attaché à ramener uniformément toutes ces dents aux proportions du *Dinotherium giganteum*, avec réduction à demi-grandeur de nature.

Fig. 1. Séries supérieure et inférieure des mâchelières de première dentition.

*a*. Première mâchelière de lait vue du côté interne, d'après une dent des faluns de Pontlevoy (Loir-et-Cher) qui m'a été obligeamment communiquée par M. l'abbé Bourgeois. Cette dent pourrait, à raison de ses dimensions très réduites, être attribuée au *Dinotherium Cuvieri* qui est l'espèce la plus commune dans les faluns de la Loire et dans les graviers de l'Orléanais.

*b*. Deuxième supérieure de lait, d'après une autre dent de même origine et aussi de la collection de M. l'abbé Bourgeois.

*c*. Troisième supérieure de lait. Cette dent est empruntée au fragment de maxillaire de la figure 3, où on la voit placée en avant de la première *molaire* de seconde dentition et au-dessus de la deuxième *prémolaire* qui est prête à la remplacer; elle est figurée à moitié de sa grandeur réelle, et le maxillaire duquel elle est détachée appartient à la grande espèce ou variété des collines tertiaires subpyrénéennes (miocène moyen).

*a'*. Germe d'une première mâchelière inférieure de lait, provenant d'un fœtus ou d'un très jeune individu. Cette première de lait, qui a été trouvée dans les environs de Simorre (Gers), me paraît rapportable à la grande espèce du miocène sous-pyrénéen. Dans une dent homologue des faluns de Pontlevoy, mais plus petite, quoique déjà entamée par la détrition, le lobe antérieur, au lieu d'être comprimé et subtranchant comme on le voit dans le germe ci-dessus, se montre dilaté et bifide en ligne transverse, et, de plus, la base de sa couronne est relevée en avant d'un talon denticulé. Cette dernière dent pourrait être attribuée au *Dinotherium Cuvieri*.

*b'*. Deuxième inférieure de lait, d'après une dent de la collection de M. le docteur Noulet, professeur à l'École de médecine de Toulouse et membre de la Société géologique de France. Cette dent provient des graviers miocènes de Castelnau-d'Arbieu (Gers). Ses dimensions se raccordent assez bien avec ce qui reste de son homologue dans la mâchoire inférieure de la figure 4 de cette même planche. Elle reviendrait donc aussi à la grande espèce du bassin sous-pyrénéen.

*c'*. Troisième inférieure de lait, provenant également du bassin de la Garonne supérieure; sa couronne est plus courte que celle de la même dent en place dans la mandibule figure 4. Peut-être cette troisième de lait reviendrait-elle au *Dinotherium bavaricum ?*

---

fossiles. La troisième planche est due au talent depuis longtemps éprouvé de M. Henry Formant, attaché au laboratoire d'anatomie comparée du Muséum d'histoire naturelle de Paris.

Fig. 2. Séries supérieure et inférieure des mâchelières de seconde dentition.

A. Première prémolaire supérieure, d'après une dent des graviers miocènes de Castelnau-d'Arbieu (Gers). Cette dent, qui diffère, par quelques détails accessoires, de son homologue dans la grande espèce sous-pyrénéenne, et plus encore de la même dent du *Dinotherium giganteum*, rentrerait, par ses dimensions réelles, dans les proportions du *D. Cuvieri*.

B. Deuxième prémolaire supérieure d'origine inconnue. On voit la même dent par sa base interne dans le maxillaire de la figure 3 où elle est prête à remplacer la dernière de lait.

C. Première molaire supérieure empruntée au maxillaire de la figure 3, et appartenant par conséquent à la grande espèce sous-pyrénéenne. On trouve des dents du même rang dont la troisième colline a moins d'étendue transverse.

D. Deuxième molaire supérieure, d'après une dent d'origine inconnue. La forme de cette dent est à peu près la même dans les diverses espèces, sauf l'espacement plus ou moins grand des collines entre elles. Peut-être en fera-t-on ressortir un caractère distinctif.

E. Troisième molaire supérieure, d'après une dent du *D. giganteum* d'Eppelsheim, dans la Hesse rhénane (miocène supérieur).

A'. Première prémolaire inférieure, de forme et de proportions très variables suivant les espèces et peut-être aussi suivant les individus. Celle figurée ici reviendrait à la grande espèce sous-pyrénéenne. Son lobe antérieur est comprimé, tranchant en avant et sub-bifide dans sa partie moyenne ; il se continue en arrière par une arête longitudinale à bord crénelé qui rejoint un talon très dilaté en contre-bas. Dans les dents du même rang, rapportables par leurs dimensions au *D. Cuvieri*, le premier lobe est dilaté en crête obliquement transverse, de même que le talon qui est moins surbaissé. La même dent se voit en A, par la face interne, dans le mandibule, figure 4, où elle était destinée à remplacer la deuxième de lait.

B'. Deuxième prémolaire inférieure, à collines entamées par la détrition. Cette dent, qui provient du miocène moyen (Hautes-Pyrénées), appartiendrait à la grande espèce de cette région. On la voit encore en germe, par sa face interne, dans la mandibule figure 4 ; en B, sous la troisième de lait qu'elle doit remplacer.

C'. Première molaire inférieure très usée, et dont les deux premières collines, à divisions transverses, sont devenues confluentes. Cette dent, qui a sa troisième colline moins dilatée que les deux antérieures, est empruntée à la mâchoire de Chevilly (Orléanais) devenue le type du *D. Cuvieri*. Dans le *D. giganteum*, la troisième colline n'est pas aussi réduite dans son étendue transverse, non plus que dans la grande espèce sous-pyrénéenne, comme on peut le voir en C, figure 4.

D'. Deuxième molaire inférieure, d'après une dent des graviers de l'Orléanais attribuée au *D. Cuvieri*. On voit la même dent en germe, mais par sa face opposée, en D, dans la mâchoire inférieure figure 4.

E'. Troisième et dernière molaire inférieure, d'après un modèle en plâtre d'une dent du *D. giganteum* d'Eppelsheim (miocène supérieur), dans la Hesse rhénane. Son talon postérieur est dilaté en crête transverse, légèrement convexe en arrière et à bord supérieur finement crénelé. Dans une très grosse dent homologue de la Bastide-d'Armagnac (Gers), décrite et figurée par M. l'abbé Caneto, le talon est un peu moins dilaté et plus convexe. Cette dernière dent reviendrait à la grande espèce sous-pyrénéenne. Dans le fragment de mâchoire figuré par M. H. de Meyer sous le nom de *D. bavaricum*, le talon de cette dernière molaire est contracté en lobe épaissi et déjeté en arrière. J'ai fait représenter dans la planche XV, figure 1, une dernière molaire des graviers de l'Orléanais qui reproduit les formes et les proportions de celle figurée par M. de Meyer. Dans le *D. Cuvieri*, le talon de la dernière molaire inférieure est moins contracté que celui de la même dent du *D. bavaricum*, mais il est plus épais et plus détaché que dans la derniere molaire du *D. giganteum*.

Fig. 3. Fragment de maxillaire supérieur gauche, trouvé dans les environs de *l'Ile-en-Dodon* (Haute-Garonne), et se rapportant à la grande espèce de cette région sous-pyrénéenne. Ce morceau, figuré à demi-grandeur et vu du côté interne, montre, en *c*, la troisième de lait en place. Sa couronne est usée et elle est prête à être remplacée par la deuxième prémolaire B que l'on voit en dessous. La première molaire en C avait déjà fait son évolution, mais ses collines ont encore leurs crêtes crénelées et intactes.

Fig. 4. Cette figure représente par le côté interne la moitié droite d'une mandibule, recueillie également dans les environs de l'Ile-en-Dodon (Haute-Garonne) par M. Inchauspé, géomètre et entrepreneur des travaux d'une route de grande communication se dirigeant vers Saint-Gaudens. On aperçoit, à l'extrémité infléchie de la mandibule et au-dessous du point où se termine la symphyse, un reste de la partie exerte de l'incisive de seconde dentition ou défenses dont le dessinateur a figuré au trait le prolongement théorique. Ce morceau nous montre en même temps, dans une phase transitoire de l'évolution dentaire, tous les caractères typiques de la dentition des probosciidiens qui se manifestent dans le genre *Dinotherium* d'une manière plus complète et plus normale que dans les deux autres genres *Mastodon* et *Elephas*.

On voit, en *a*, la base de la couronne fracturée de la première mâchelière de lait implantée par deux racines. Cette dent serait tombée sans être remplacée.

En *b*, les deux racines et la base de la couronne également disparue de la deuxième mâchelière de lait.

En *c*, la troisième de lait dont la couronne porte trois collines à peine entamées par la détrition.

En A, la première prémolaire vue du côté interne, et devant plus tard remplacer la deuxième de lait.

En B, le germe de la deuxième prémolaire se développant sous la troisième de lait.

En C, la première molaire déjà sortie, et reproduisant dans sa couronne les trois divisions transverses ou collines de la troisième de lait.

En D, le germe de la deuxième molaire déjà aussi développé que celui des prémolaires. Si le prolongement en arrière de cette mandibule n'avait pas été détruit, on y eût indubitablement trouvé les premiers rudiments de la dernière molaire ou dent de sagesse dont l'évolution était plus avancée dans les espèces du genre *Dinotherium* que chez les Mastodontes et les Éléphants.

Ce qui reste de cette mandibule montre qu'elle différait de celle du *D. giganteum*, tant par la hauteur moindre de sa branche dentaire, que par la double inflexion du bord inférieur de l'os qui est rectiligne en arrière de la symphyse dans le *D. giganteum*.

PLANCHE XIV (toutes les figures à demi-grandeur, sauf la figure 6 qui est au tiers).

Fig. 1. Première dentition du *Mastodon angustidens*.

*a*. Incisive supérieure de lait, à couronne comprimée et recouverte d'émail. Cette dent ressemble beaucoup à l'incisive de lait de l'Éléphant actuel d'Afrique. Dans l'Éléphant vivant de l'Inde, l'incisive de lait a sa couronne renflée en tubercule gemmiforme.

*b*. Première mâchelière supérieure de lait.

*c*. Deuxième supérieure de lait.

*d*. Troisième supérieure de lait. Les trois mâchelières figurées dans cette série ont appartenu au même individu. La première a sa couronne moins usée que la seconde, ce qui indiquerait que l'évolution et l'entrée en exercice de cette seconde de lait auraient précédé la sortie de la première. C'est un fait que j'ai pu vérifier plus directement dans une mandibule de très jeune individu où la deuxième de lait se trouvait déjà en place avant que la première eût franchi le bord alvéolaire. Dans l'Éléphant de l'Inde, suivant les observations de Corse, la première de lait fait toujours son évolution avant la sortie de la deuxième.

*a'*. Tracé hypothétique en pointillé de l'incisive inférieure de lait. Cette dent que je n'ai jamais eu occasion d'observer, peut être admise théoriquement dans le *M. angustidens*, attendu que cette espèce était pourvue d'incisives de seconde dentition, permanentes et fonctionnelles comme les supérieures.

*b'*. Première mâchelière inférieure de lait.

*c'*. Deuxième inférieure de lait.

*d'*. Troisième inférieure de lait. Les deux séries de mâchelières de lait sont du côté gauche, ce qui fait que les supérieures sont vues par leur face interne et les inférieures par leur face externe.

Les mâchelières de lait du *M. tapiroides* qui ont été retrouvées sont construites sur le même plan que celles du *M. angustidens*. Dans

les *M. arvernensis* et *M. longirostris* qui appartiennent à la section des *Tetralophodon* de Falconer, la couronne des premières de lait, tant supérieure qu'inférieure, est de forme et de composition analogues à celles des mêmes dents de *M. angustidens*; mais dans les deuxième et troisième de lait des espèces ci-dessus (*M. arvernensis* et *M. longirostris*), la couronne de chacune de ces dents porte une rangée de mamelons de plus que celle des mâchelières homologues dans les *M. angustidens*, *M. tapiroides* et autres espèces de la section des *Trilophodon* de Falconer.

Fig. 2. Deuxième dentition du *Mastodon angustidens*.

A. Incisive supérieure ou défense où l'on voit la bande d'émail qui contourne en spirale la face concave de cette dent.

B. Première prémolaire supérieure.

C. Deuxième prémolaire supérieure.

D. Première molaire supérieure.

E. Deuxième molaire supérieure.

F. Troisième et dernière molaire supérieure. Toutes ces dents appartiennent au maxillaire gauche, et par conséquent elles sont vues du côté interne.

A'. Incisive inférieure de seconde dentition, à bulbe persistant comme la supérieure, mais sans traces d'émail sur aucune de ses faces.

B'. Première prémolaire inférieure.

C'. Deuxième prémolaire inférieure.

D'. Première molaire inférieure.

E'. Deuxième molaire inférieure.

F'. Troisième ou dernière molaire inférieure. Ces dents appartiennent à la moitié gauche de la mandibule; elles sont donc vues par leur face externe.

Les première, deuxième et troisième molaires des *M. arvernensis* et *M. longirostris*, ont chacune une rangée de mamelons en plus que dans le *M. angustidens*.

Fig. 3. Palais renversé du *Mastodon angustidens* dans une phase de dentition qui nous montre :

En A, la première prémolaire supérieure du côté droit;

En B, la deuxième prémolaire du même côté;

En C, la première molaire dont la couronne est plus usée que celle des prémolaires, ce qui indique qu'elle était déjà en exercice avant que ces prémolaires eussent remplacé par évolution verticale les pénultième et dernière mâchelières de lait;

En D, la deuxième prémolaire du côté gauche; le maxillaire fracturé en avant ne nous a pas conservé la première de ce côté.

En E, la première molaire;

En F, la deuxième molaire prête à entrer en exercice.

Fig. 4. Moitié droite, vue du côté interne, de la mandibule d'un sujet plus jeune que celui auquel appartenait le palais de la figure 3. Cette mâchoire, tronquée en avant, avait perdu sa symphyse tout en-

tière dont le prolongement, dans cette espèce, est double de l'étendue du bord alvéolaire des mâchelières. On aperçoit :

En *a*, le fond de l'alvéole où atteignait l'extrémité de la racine de la première mâchelière de lait qui, dans les Mastodontes comme chez les *Dinotherium*, n'est jamais remplacée par une prémolaire ;

En *b*, la deuxième mâchelière de lait dont les racines sont presque entièrement absorbées, et qui se trouvait à la veille d'être remplacée par la première prémolaire que l'on voit immédiatement au-dessous ;

En *c*, la troisième de lait qui a sa couronne en grande partie usée, mais dont les racines sont encore à peu près entières ;

En A, la première prémolaire prête à prendre la place de la deuxième de lait ;

En B, le germe de la deuxième prémolaire se développant entre les racines de la troisième de lait ;

En C, la première molaire dont les deux rangées antérieures sont déjà entamées par la détrition, ce qui porte à sept le nombre de rangées en exercice simultané, et c'est le cas le plus ordinaire à tout âge et dans toutes les espèces de Mastodontes ;

En E, la mâchoire tronquée dans cet endroit laisse encore apercevoir une partie de la cavité alvéolaire où se développait le germe de la deuxième molaire qui n'a pas été retrouvée.

Ce morceau fournit la démonstration la plus complète du mode de succession des dents dans les espèces de Mastodontes, chez lesquelles il se développait des *prémolaires* ou dents de remplacement à évolution verticale. En rapprochant cette figure de la figure 4 de la planche XIII, on voit que tout se passait dans ces Mastodontes absolument comme dans le genre *Dinotherium*, c'est-à-dire qu'il n'y avait pas de prémolaire de remplacement pour les premières de lait, et que les deuxième et troisième de lait étaient remplacées chacune par une dent plus simple de composition. C'est sans doute faute d'avoir eu à sa disposition des pièces aussi probantes, que mon savant ami M. Kaup s'est trouvé conduit à supposer (voy. *Beitr. zur nach.*, 1857) que les première et deuxième de lait étaient remplacées par les deux prémolaires dont il a connu l'existence, mais que la troisième de lait n'avait point de successeur vertical.

Tous les morceaux du *Mastodon angustidens* figurés dans cette planche, proviennent des collines tertiaires (miocène moyen) des environs de Simorre (Gers).

Fig. 5. Fragment de maxillaire d'un jeune *M. longirostris* d'Eppelsheim (miocène moyen), dans la Hesse rhénane. Ce morceau présente en série les trois mâchelières de lait au-dessus desquelles j'ai fait figurer, d'après les modèles en plâtre donnés par M. Kaup au Muséum d'histoire naturelle de Paris, les deux prémolaires ou dents de remplacement propres à cette espèce.

*a*. Première mâchelière de lait à quatre tubercules inégaux disposés sur deux rangées, à peu près comme dans le *M. angustidens*.

*b*. Deuxième de lait à trois rangées de mamelons, c'est-à-dire une de plus que dans le *M. angustidens*.

*c*. Troisième de lait à quatre rangées de mamelons; une de plus que dans le *M. angustidens*.

A. Première prémolaire à quatre tubercules, avec talon en avant et bourrelet crénelé à la base interne. C'est par une dent semblable que devait être remplacée la deuxième de lait.

B. Deuxième prémolaire destinée à remplacer une troisième de lait. Ces deux prémolaires sont construites à peu près dans le même plan que celle de *M. angustidens*.

Fig. 6. Fragment de mâchoire d'*Elephas planifrons* (espèce fossile de la faune des monts Sivalicks), chez lequel MM. Falconer et Cautley ont signalé le développement effectif de deux prémolaires ou dents de remplacement vertical. On voit, en A, une de ces prémolaires en place sur le bord alvéolaire. Cette figure, empruntée aux illustrations de la *Fauna sivalensis*, est réduite au tiers de la grandeur de nature.

PLANCHE XV. DIVERS PROBOSCIDIENS (tous les morceaux de cette planche sont figurés à demi-grandeur de nature).

Fig. 1. Dernière molaire inférieure droite du *Dinotherium bavaricum?*. Son talon, nettement détaché de la deuxième colline, est en même temps plus contracté et plus déjeté en arrière que dans les autres espèces du genre. Longueur de la couronne de cette dent, 0,082; largeur entre les deux collines, 0,061.

Fig. 2. Dernière molaire inférieure droite du *Mastodon Borsoni* des environs d'Autrey (Haute-Saône). La hauteur des collines est égale à l'épaisseur de leur base. Les vallons qui les séparent sont largement ouverts et entièrement libres. Longueur de la couronne, 0,170; largeur entre les deuxième et troisième collines, 0,090.

Fig. 3. Dernière molaire inférieure droite du *M. tapiroides* des environs de Simorre (Gers). La hauteur des collines dépasse l'épaisseur de leur base. Les vallons qui les séparent sont en partie interceptés par une arête récurrente tuberculée dans le fond. La base interne de la couronne est entourée d'un collet saillant. Longueur de la couronne, 0,205; largeur entre les deuxième et troisième collines, 0,083.

Fig. 4. Dernière molaire inférieure droite de *M. pyrenaicus* des environs de l'Ile-en-Dodon (Haute-Garonne). Cette espèce forme le passage du type à dents *tapiroides* au type à dents *mamelonnées*. La moitié antérieure de la dent a ses vallons en partie interceptés par des tubercules intermédiaires. Les vallons qui séparent les deux collines subtapiroïdes de la partie postérieure restent entièrement libres. Longueur de la couronne de cette dent qui provient d'un petit individu, 0,155; largeur entre les deuxième et troisième collines, 0,070.

Fig. 5. Autre dernière molaire inférieure droite de la même espèce, mais de plus grande dimension, des environs de Saint-Frajou (Haute-Garonne). La détrition a produit sur ses premières collines des figures

en trèfles irréguliers. Son talon postérieur est plus dilaté que dans la précédente. Longueur de la couronne, 0,220 ; largeur entre les deuxième et troisième collines, 0,096.

Fig. 6. Dernière molaire supérieure droite de *M. angustidens* des environs de Simorre (Gers). Cette dent a dû appartenir à un très petit individu. Il n'est pas rare de trouver entre les dents homologues de cette espèce des différences en dimension qui vont presque du simple au double. Longueur de la couronne, 0,117 ; largeur entre les deuxième et troisième collines, 0,050.

Fig. 7. Dernière molaire supérieure droite de *M. arvernensis* des environs de Lyon. Ses mamelons sont moins gros à leur base et plus élancés que dans le *M. angustidens*. Les vallons sont plus complétement interceptés par les tubercules intermédiaires qui s'élèvent presqu'au niveau des mamelons principaux. Longueur de la couronne, 0,182 ; largeur entre les deuxième et troisième collines, 0,083.

Fig. 8. Dernière molaire supérieure droite de *M. longirostris* d'Eppelsheim (Hesse rhénane). Les cinq rangées de mamelons dont se compose la couronne de cette dent sont moins hautes et plus régulièrement transverses que dans la précédente. Les mamelons intermédiaires, plus surbaissés et moins nombreux, manquent dans la partie postérieure de la dent dont les derniers vallons restent libres. Ces différences spécifiques deviennent bien plus tranchées dans les molaires inférieures dont les mamelons sont constamment alternants chez le *M. arvernensis*, tandis qu'ils restent disposés en lignes transverses dans le *M. longirostris*. Longueur de la couronne de cette dent, 0,210 ; largeur entre les deuxième et troisième collines, 0,085.

Fig. 9. Dernière molaire supérieure droite de *M. pyrenaicus*, provenant du même individu que la molaire inférieure figure 5. Cette dent reproduit, comme celles ci-dessus mentionnées de la même espèce, les caractères intermédiaires au type *tapiroïde* et au type *mamelonné*. Les parties dessinées en hachures verticales indiquent les points où l'on a restauré cette dent. Longueur de sa couronne, 0,210 ; largeur entre les deuxième et troisième collines, 0,095.

Fig. 10. Arrière-molaire inférieure incomplète d'*Elephas meridionalis* des environs de Randan (Puy-de-Dôme). Cette dent, qui a été donnée au Muséum d histoire naturelle par M. le docteur Bourjot, se trouve déjà figurée dans l'*Ostéographie* de M. de Blainville.

Fig. 11. Pénultième molaire inférieure gauche d'*E. antiquus*, d'après une figure empruntée aux illustrations de la *Fauna sivalensis* de MM. Falconer et Cautley.

Fig. 12. Pénultième molaire inférieure gauche d'*E. primigenius*, d'après une dent trouvée à Viry-Noureuil (Aisne) et donnée à l'École normale par M. l'abbé Ed. Lambert.

Fig. 13. Reproduction à moitié grandeur de la dent d'*Elephas*

*africanus fossilis*, figurée par Goldfuss dans les *Actes des curieux de la nature*, t. X, pl. XLIV. Il est bon de noter que Goldfuss se décida plus tard, en faisant connaître une seconde dent de la même espèce, à adopter la dénomination *provisoire* d'*Elephas priscus* pour ces dents trouvées à l'*état fossile*. Cuvier, au contraire, hésitait à admettre ces dents comme *fossiles*, par la raison qu'elles ressemblaient à celles d'une espèce vivante. Ainsi, après avoir mentionné une autre dent de même forme trouvée à Aichsted et conservée dans le cabinet de M. Ebel, à Brême, il ajoute : « Quoique d'apparence bien fossile, elle » était remarquable par sa ressemblance avec celles d'Afrique (1). »

*M. d'Omalius* d'Halloy demande à la Société la permission de *lui* présenter les observations suivantes :

Comme c'est aujourd'hui la première fois, depuis la publication du compte rendu de notre intéressante séance du 2 mars 1857, que j'ai le bonheur de me rencontrer avec notre savant confrère, M. Barrande, je demande la permission de reporter l'attention de la Société sur la faune primordiale.

Je commencerai par faire observer qu'ayant quitté Paris immédiatement après cette séance, je n'ai pas été à même de fournir de note sur la part que j'avais prise dans la discussion, de sorte que je crois devoir protester de nouveau que je n'ai jamais eu l'intention de diminuer l'importance de la découverte de la faune primordiale, découverte que je regarde, au contraire, comme un des progrès les plus remarquables que la géologie ait faits dans ces derniers temps. Tout ce que j'ai voulu dire, et ce que je soutiens encore, c'est que la faune primordiale, qui n'a été signalée pour la première fois qu'en 1846, qui se trouve en général dans des dépôts fortement modifiés, et dont on ne connaissait, en 1857, que 161 espèces, n'avait pas acquis tout le développement que l'on peut espérer qu'elle acquerra, d'où je concluais que l'on ne devait pas encore en tirer des conséquences négatives sur la première apparition des grands types d'organisation.

Je n'ai jamais accordé une importance exagérée aux hypothèses et je suis toujours disposé à abandonner celles que j'ai adoptées, lorsque l'on me prouve que l'on peut les remplacer par quelque chose de plus simple ou qui rend mieux raison de l'ensemble des faits observés; mais j'avoue que je soutiens avec persistance mes vues hypothétiques lorsque l'opinion contraire me paraît plus compliquée ou moins en rapport avec la marche générale des phénomènes naturels. Or, différentes considérations m'ayant porté

(1) Voir *Notes additionnelles*, p. 546.

à supposer que les grands types d'organisation ont existé dès les premiers temps de la création, j'ai dit que l'état de nos connaissances sur la faune primordiale ne permettait pas de conclure que le type des vertébrés n'existait pas à cette époque; mais, je le répète, cette manière de voir ne diminue nullement le mérite de la découverte de la faune primordiale, et je suis convaincu que M. Barrande, qui a fait faire des pas si remarquables à une science déjà traitée par tant de brillantes intelligences, est plus convaincu que personne qu'il n'a point encore atteint la limite où il ne restera plus de découvertes à faire en paléontologie. Du reste, il y a, à la page 451 du *Bulletin*, une phrase qui me paraît annoncer que je suis à peu près d'accord avec notre savant confrère, c'est celle où il dit que les mammifères de Stonesfield et le reptile du vieux grès rouge d'Ecosse sont de rares avant-coureurs de formes qui doivent devenir plus fréquentes, car tout ce que j'ai soutenu, c'est que la faune primordiale n'a pas encore été étudiée d'une manière assez étendue pour que l'on puisse affirmer que l'on n'y découvrira pas un jour quelque avant-coureur du type vertébré.

D'un autre côté, comme personne n'est mieux à même que le créateur de cette faune d'en suivre les développements, je désirerais que la Société priât M. Barrande de lui donner quelques détails sur les découvertes qui ont été faites depuis 1857.

**M. Barrande fait la communication suivante :**

### *État actuel des connaissances acquises sur la faune primordiale;* par M. Barrande.

Je suis heureux d'exprimer à notre très respecté maître et doyen, M. d'Omalius d'Halloy, ma sincère reconnaissance pour l'intérêt qu'il veut bien témoigner en faveur de la faune primordiale et pour les termes très bienveillants, mais trop flatteurs, dont il s'est servi, en parlant de celui qui a introduit dans la science cette dénomination et l'idée qu'elle renferme. A la suite d'une aimable provocation de M. d'Omalius, j'ai exposé à la Société, dans la séance du 2 mars 1857, les principaux faits sur lesquels la faune primordiale est établie, ainsi que les considérations les plus importantes qui s'y rattachent. Pour répondre aujourd'hui à la demande qui vient de m'être adressée, j'ai à constater les progrès qu'a faits la faune primordiale depuis 1857, d'abord sous le rapport de son extension géographique, ensuite sous celui de sa richesse zoologique. J'aurai enfin à démontrer qu'elle a maintenu jusqu'à ce jour son entière indépendance.

## I. — *Extension géographique.*

L'espace des deux années qui viennent de s'écouler est beaucoup trop court pour qu'on puisse s'attendre à voir la faune primordiale découverte et explorée dans beaucoup de nouvelles contrées. Cependant ces deux années ont produit quelques faits nouveaux et intéressants, que je vais signaler en parcourant les principales régions siluriennes des deux continents.

1. — En Bohême, rien n'est changé dans l'extension de la faune primordiale.

2. — En Russie, le terrain silurien occupe, comme on sait, une surface notable, et il a été l'objet des recherches de beaucoup de savants. Le grand ouvrage que nous devons, sur la géologie de ce grand empire, à nos maîtres dans la science, sir Roderick Murchison, Édouard de Verneuil et Alexandre comte Keyserling, renferme les notions les plus étendues sur ce terrain, mais cependant ne fournit pas tous les éléments nécessaires pour reconnaître si la faune primordiale y est réellement représentée. Les recherches faites plus récemment dans ce pays, bien qu'elles nous présentent de nouveaux documents très intéressants, n'ont pas encore comblé le vide qui nous empêche de résoudre cette question. Ce vide consiste en ce que les couches des *grès à Ungulites*, autrement dits *grès à Obolus*, qui paraissent au premier abord occuper l'horizon propre à la faune primordiale, n'ont offert jusqu'ici d'autres fossiles que ceux qui viennent d'être nommés, avec quelques autres dont la présence ne caractérise pas indubitablement cette première faune. Aucun Trilobite n'ayant été signalé dans ces grès, on doit rester dans l'incertitude sur la faune à laquelle ils appartiennent. En effet, c'est la famille des Trilobites qui seule fournit les genres exclusivement propres à la faune primordiale, et sans lesquels l'existence de cette faune, dans un lieu donné, ne saurait être mise complétement hors de doute. D'ailleurs, on sait aussi qu'il existe à divers niveaux géologiques, et notamment dans la hauteur occupée par la faune seconde, des couches caractérisées par la même abondance des *Lingula* ou autres fossiles analogues aux *Obolus*.

Les documents les plus récents sur la Russie sont les suivants :

M. Hoffmann vient de publier une *Revue monographique des Trilobites russes*, dont il a reproduit les figures déjà connues. Cette publication très utile, principalement dans la question qui nous occupe, ne nous permet de reconnaître aucun des types trilobitiques qui caractérisent la faune primordiale, soit dans les con-

trées éloignées, soit dans la contrée la plus voisine, qui est la Suède. Cependant, M. le docteur A. de Volborth, à qui nous devons divers mémoires très intéressants sur les fossiles siluriens des environs de Saint-Pétersbourg, ayant récemment décrit deux Trilobites, sous les noms de *Remopleurides nanus* et *Crotalurus Barrandei*, fait observer que, dans l'un et l'autre, le *pygidium* étant exigu, on pourrait les considérer comme représentant la faune primordiale de Bohême. Sans doute, l'exiguïté du pygidium est un des caractères des Trilobites de cette faune, mais il n'est pas absolu, puisque d'autres genres tels que *Harpes*, dans lesquels cette partie du corps est très peu développée, n'existent que dans la faune seconde et dans les faunes supérieures. Il faut considérer, au contraire, que les deux espèces, si bien décrites par M. de Volborth, se trouvent dans des couches qui, d'après l'ensemble de tous leurs autres fossiles, représentent la faune seconde la mieux caractérisée. Ainsi, la présence de ces deux espèces ne peut modifier en rien les conclusions énoncées ci-dessus, et nous devons attendre de nouvelles découvertes pour juger définitivement à quel horizon appartiennent les *grès à Obolus* des environs de Saint-Pétersbourg.

Dans les provinces russes de la Baltique, l'étude des terrains siluriens a fait de rapides progrès durant ces dernières années, principalement sous l'influence de M. le professeur Grewingk, de Dorpat. Deux élèves de ce savant ont successivement publié deux mémoires intéressants. M. Nieszkowski a donné une *Monographie des Trilobites* de ces provinces, tandis que M. Schmidt a fait la description géologique des divers étages du terrain silurien, en y ajoutant une liste des principaux fossiles qui caractérisent chacun d'eux. Or, ces deux ouvrages contribuent également à constater l'absence complète des types trilobitiques ou autres, qui caractérisent exclusivement la faune primordiale. Il est donc incertain si cette faune existe dans ces provinces. Si elle s'y trouve réellement, elle est limitée aux couches qui correspondent aux *grès à Ungulites* des environs de Saint-Pétersbourg. Peut-être aussi est-elle ensevelie dans les profondeurs des argiles bleues, qui n'ont pas encore été explorées dans ces diverses régions, où elles constituent la base de tout le système silurien.

3. — En Suède, grâce aux travaux de M. Angelin, la faune primordiale est bien connue, et elle présente un plus grand développement que dans tous les autres bassins siluriens. Nous avons exposé les faits et considérations relatifs à cette faune dans diverses publications et notamment dans notre *Parallèle entre les dépôts*

*siluriens de Bohême et de Scandinavie* (Prague, 1856). Il serait inutile de revenir sur ce sujet, car, depuis l'époque que nous venons de citer, M. Angelin n'ayant fait aucune publication ni communication, nous ignorons si la faune primordiale a été reconnue par lui sur quelque nouveau point, dans les contrées sur lesquelles s'étendent ses recherches.

4. — En Norvége, l'existence de la faune primordiale a été également constatée par M. Angelin, d'abord par la publication de nouveaux Trilobites qu'il y a recueillis, et ensuite par la fixation exacte de l'horizon géologique, sur lequel se trouvent les espèces de cette famille, qui avaient été antérieurement observées et nommées par Sars et Boeck. Depuis lors, un jeune géologue, M. Théodore Kjerulf, s'étant appliqué à l'étude des environs de Christiania, y a mis au jour divers Trilobites signalés sur d'autres points par les savants que nous venons de nommer et caractérisant la faune primordiale. J'ai eu l'honneur de communiquer à la Société, dans la séance du 2 avril 1855, une notice analytique sur le premier mémoire de M. Kjerulf. Depuis lors, ce savant a publié sur le même sujet un second mémoire plus étendu, dont j'aurai occasion de parler ci-après.

5. — En Ecosse, la connaissance du terrain silurien s'est largement développée depuis quelques années, par suite des recherches de plusieurs savants, parmi lesquels nous citerons sir Roderick Murchison, Nicol, Moore, Sedgwick, Harkness, Wyville-Thompson, etc. Les uns se sont attachés à débrouiller la succession obscure et compliquée des formations, tandis que les autres se sont particulièrement occupés de la recherche et de la détermination des fossiles. Aucun des faits constatés par ces divers travaux ne démontre jusqu'à ce jour la présence certaine de la faune primordiale, bien que le professeur Nicol présume, que certains schistes alunifères des environs de Etterick représentent par leur âge les schistes à Lingules du pays de Galles. Malheureusement, cette opinion n'est pas encore confirmée par la découverte de Lingules ou autres fossiles quelconques, dans les schistes en question.

6. — En Irlande, la faune primordiale n'est encore connue que par des avant-coureurs, c'est-à-dire par les *Oldhamia* et les Annélides découverts par MM. Oldham et Kinahan dans les schistes de Bray Head, équivalents des schistes dits cambriens du Longmynd. Les fossiles caractéristiques des *Lingula flags* d'Angleterre n'ont pas été trouvés en Irlande, comme nous l'avons admis dans notre communication du 2 mars 1857, par

suite d'un malentendu dans notre correspondance avec M. Salter.

7 — En Angleterre, malgré l'impulsion nouvelle donnée à la recherche des fossiles dans les formations les plus anciennes, nous ne voyons pas qu'il y ait eu des résultats notables obtenus depuis la publication de notre *Parallèle* déjà cité, et de la communication que nous avons faite à la Société le 2 mars 1857. Ainsi, nous ne connaissons, dans ce pays classique, aucun nouveau point important, qui constate l'extension de la faune primordiale, principalement représentée, comme on sait, aux environs de Trémadoc dans le pays de Galles, et sur les collines de Malvern. Dans la contrée typique du Shropshire, la formation dite des *stiper stones*, occupant l'horizon de la faune primordiale, présente, il est vrai, des Lingules, mais elles ne sont qu'en fragments indéterminables; et parmi le petit nombre de fossiles qui les accompagnent, on ne connaît jusqu'à ce jour aucun Trilobite.

8. — En France, jusqu'en 1858, rien ne semblait indiquer la présence de la faune primordiale. Dans le courant de l'été dernier, M. de Verneuil a signalé, dans le département de la Sarthe, aux environs de Saint-Léonard, des couches de grès depuis longtemps connues par M. Triger, et remarquables par leur position presque immédiate au-dessus des roches cristallines, et au-dessous des schistes renfermant les Trilobites caractéristiques de la faune seconde. Ces grès ne contenant, au contraire, que de grandes Lingules, sembleraient à notre savant ami représenter les *Lingula beds* du pays de Galles, et par conséquent la faune primordiale. Cette opinion est fondée sur quelque vraisemblance, et nous serions le premier à féliciter l'éminent géologue qui l'a émise, au sujet de cette découverte, que nous appelons depuis si longtemps de tous nos vœux. Cependant, avant d'admettre comme indubitable la présence de la faune primordiale dans les grès des environs de Saint-Léonard, nous devons faire remarquer, comme nous l'avons déjà fait au sujet de la Russie, que l'absence des Trilobites dans les couches en question ne permet pas d'établir sûrement leur âge. Nous ajouterons qu'en Bohême, nous connaissons, dans la hauteur de la faune seconde, une couche de quartzite chlorité, également caractérisée par une grande Lingule que nous nommons *Ling. Feistmanteli*, et qui n'est accompagnée par aucun Trilobite. Ne pourrait-il pas se faire que les couches à Lingules de Saint-Léonard fussent encore comprises entre les limites de la faune seconde? C'est ce que les recherches à venir peuvent seules décider.

9. — En Espagne, malgré les longues recherches de MM. de Verneuil, Collomb, de Lorière et autres savants, nous ne connaissons encore aucune formation qui représente d'une manière certaine la faune primordiale. Cependant, M. Casiano de Prado, dont le zèle pour la science et les fructueuses recherches paléontologiques sont déjà bien connues, a découvert, il y a peu d'années, quelques fragments de la tête d'un Trilobite, qui semble appartenir au genre *Ellipsocephalus*, très caractéristique de la faune qui nous occupe. Ces fragments ont été décrits et figurés dans un travail que nous avons fait avec M. de Verneuil sur les fossiles paléozoïques de l'Espagne, (*Bull.*, 2e sér., vol. XII, 1855). Si les apparences de ces fossiles ne nous trompent pas, la faune primordiale existerait en Espagne, aux environs de Cortijos de Malagon; mais nous sommes loin de considérer ce fait comme hors de doute, et nous croyons au contraire devoir attendre des documents plus positifs, pour l'admettre en toute sécurité.

10. — En Portugal, les recherches de MM. Sharpe et Carlos Ribeiro ont fait connaître la présence de la faune seconde bien caractérisée, mais nous ignorons encore si la succession des formations au-dessous de cette faune donne quelque espoir d'y découvrir la faune primordiale. M. Ribeiro, étant officiellement chargé de l'étude de ces terrains, ne tardera pas sans doute à résoudre cette question.

11. — En Sardaigne, l'état de nos connaissances est borné, comme en Portugal, à l'existence de la faune seconde, au-dessous de laquelle la succession géologique est totalement inconnue.

12. — En Amérique, les formations paléozoïques occupent de si vastes étendues géographiques, que les recherches des géologues, et surtout des paléontologues, ne peuvent y faire que des progrès relativement lents, selon nos vœux impatients. Cependant, nous connaissons déjà une succession de points isolés, qui, reliés par la pensée, tendent à montrer que la faune primordiale a existé, sinon sur toute la surface, du moins dans des parages multipliés des mers siluriennes, jadis situées sur la partie septentrionale de ce continent. Suivons par ordre ces diverses contrées, en commençant par celle où l'on a d'abord observé les dépouilles des êtres primordiaux.

*a.* — Dans l'État de New-York et les contrées adjacentes, les géologues américains, parmi lesquels nous citerons James Hall, Conrad, Vanuxem, etc., ont donné le nom de *grès de Potsdam* à une formation qui paraît occuper le niveau le plus bas sur lequel on ait découvert des restes organiques. Malheureusement,

les fossiles recueillis dans ce grès ne consistent qu'en deux Lingules et un Fucoïde moins caractéristique. On a donc dû pendant longtemps rester dans l'incertitude sur la question de savoir si les grès de Potsdam correspondent aux formations qui renferment la faune primordiale sur l'ancien continent.

*b.* — Cette hésitation a été fort heureusement dissipée par les découvertes du docteur Dale Owen et de ses compagnons, dans les hautes régions de la vallée du Mississipi, c'est-à-dire, dans la partie centrale de l'Amérique du Nord. En effet, ces savants ont observé, dans les États du Visconsin, Iowa et Minnesota, une formation de grès qui, par sa position géologique immédiatement au-dessus des roches métamorphiques ou semi-cristallines, correspond aux grès de Potsdam de l'État de New-York. Cette correspondance est encore rendue plus évidente par la présence de 6 espèces de *Lingula*, *Orbicula* et *Obolus*, c'est-à-dire par des formes très analogues à celles de la faune primordiale d'Europe, et parmi lesquelles se trouvent précisément les deux Lingules qui caractérisent le grès de Potsdam dans la région de New-York. Mais, au lieu d'être seuls, ces fossiles douteux sont accompagnés, dans les hautes contrées du Mississipi, par 11 espèces de Trilobites, dont plusieurs, d'après leurs apparences, peuvent être assimilés aux *Paradoxides*, éminemment caractéristiques de la faune primordiale en Europe. Ainsi, le grès de Potsdam doit être considéré dans toute son étendue comme étant l'horizon propre à cette faune, bien que les Trilobites ne se montrent pas sur tous les points où cette formation existe.

*c.* — En partant des hautes régions du Mississipi, dirigeons-nous vers l'Est, c'est-à-dire, vers le lac Supérieur. Nous rencontrerons sur les bords de cette vaste nappe d'eau douce une troisième contrée distincte, explorée par MM. Whitney et Foster, qui y ont reconnu le même grès de Potsdam avec les Lingules qui le caractérisent dans l'État de New-York. En outre, cette localité a fourni des fragments de Trilobites, que James Hall assimile sans hésitation à ceux que nous venons de mentionner comme découverts par Dale Owen et ses compagnons.

*d.* — En nous avançant encore vers l'océan Atlantique, nous entrons dans le Canada, dont les recherches de Sir William Logan ont déjà fait connaître l'importance géologique. Dans cette vaste contrée, où cet habile explorateur distingue deux bassins paléozoïques différents, le grès de Potsdam se retrouve dans le bassin occidental, et il y est caractérisé par les deux Lingules et le Fucoïde déjà cités, comme les seuls fossiles connus sur cet horizon,

dans l'État de New-York. En outre, sir W. Logan y a découvert les traces d'un animal annoncé d'abord comme un vertébré, mais que M. le professeur R. Owen considère comme un crustacé encore inconnu, auquel il a donné le nom de *Protichnites*. Jusqu'ici aucun Trilobite n'a été signalé dans cette contrée.

*e.* — Continuons à nous avancer vers l'Est, et, quittant pour un instant le continent, franchissons le golfe du Saint-Laurent. Nous rencontrons l'île de Terre-Neuve, sur laquelle l'existence de la faune primordiale et de la faune seconde vient d'être presque simultanément constatée. D'un côté, le capitaine de frégate Cloué a détaché des falaises schisteuses de cette île de beaux Orthocères, déposés au Jardin des plantes, à Paris, et qui nous semblent représenter les formes dites *Endoceras* et *Ormoceras* par James Hall, dans la *Paleontology of New-York*. Ces fossiles caractérisent la faune seconde. D'un autre côté, Sir Roderick Murchison constate, dans la nouvelle édition de sa *Siluria*, qu'une grande espèce de *Paradoxides*, provenant des environs de Saint-John, à Terre-Neuve, a été récemment envoyée au *Musée de l'Institution de Bristol*. Ce seul fossile, dont l'authenticité paraît bien assurée par l'autorité que nous citons, détermine à lui seul l'existence de la faune primordiale dans cette île. D'ailleurs, ces deux découvertes simultanées semblent se confirmer l'une l'autre.

*f.* — Rentrons maintenant sur le nouveau continent, en nous dirigeant vers le sud-ouest. Cette direction nous amène près de Boston, dans une localité nouvelle, où la présence de la faune primordiale a été constatée, durant ces dernières années, d'une manière aussi indubitable qu'à Terre-Neuve. En effet, on y a découvert une autre espèce de *Paradoxides*, dans des schistes siliceux et argileux, situés à 10 milles au sud de la ville citée. Ce fait, constaté par le professeur W. Rogers, qui a photographié le *Paradoxides*, a été annoncé par lui, il y a environ deux ans, dans un journal scientifique d'Edimbourg, et nous le voyons cité par sir Roderick Murchison. Des environs de Boston nous rentrons dans l'État de New-York, qui nous a servi de point de départ.

Les localités que nous venons de parcourir forment une grande courbe convexe vers le nord et embrassant une vaste étendue du sol américain. Mais ce n'est pas tout, nous avons encore à signaler la présence de la faune primordiale dans d'autres contrées du même continent, de manière à tracer l'autre moitié de la courbe déjà parcourue.

*g.* — En effet, en quittant New-York et continuant notre route

vers le sud-ouest, sans quitter les terrains paléozoïques, nous atteignons la Géorgie, où la faune primordiale paraît aussi exister. Ce fait est fondé sur la découverte d'un *Conocephalites* déterminé par M. Salter sous le nom de *Conoc. antiquatus*, et provenant d'une localité encore peu explorée de cet État. Il en est de ce genre comme de *Paradoxides*, car il paraît appartenir exclusivement à la faune primordiale. Par conséquent, la seule espèce que nous mentionnons suffit en ce moment pour signaler la présence de cette faune dans la Géorgie.

*h.* — Plus loin, en franchissant le Mississipi, nous atteignons le Texas, dans lequel le professeur Ferdinand Rœmer a fait une exploration scientifique, dont les résultats ont été publiés dans un travail que nous avons eu l'occasion de citer. Dans ce mémoire, M. Rœmer indique la découverte d'une formation ancienne, caractérisée par les fragments très nombreux de Trilobites. Or, parmi ces fragments qu'il a figurés, nous reconnaissons des formes entièrement analogues à celles de la faune primordiale, et nous osons espérer que, lorsqu'on aura recueilli ces fossiles dans un état plus complet, notre interprétation provisoire de leur âge se trouvera justifiée.

*i.* — Partant du Texas, remontons vers le nord-est, de manière à pénétrer dans l'État de Missouri. Nous atteignons là une nouvelle contrée récemment conquise à la science par les explorations de MM. G. C Swallow, docteur Shumard, Meek, etc. La faune seconde y est largement développée, et les savants cités y reconnaissent non-seulement le calcaire de Trenton, mais encore trois formations inférieures, connues dans l'État de New-York sous les noms de *Black-river limestone*, *Bird's eye limestone*, et *calciferous sand-rock*. Cette dernière formation, la plus basse qu'on ait observée dans cette contrée, présente diverses alternances de grès et de calcaires magnésiens, comme dans les régions du haut Mississipi décrites par Dale Owen. A mesure qu'on descend verticalement dans ces couches, elles deviennent de plus en plus pauvres en fossiles, et les plus basses en paraissaient même totalement dépourvues, d'après les rapports du docteur Shumard, publiés en 1855 par M. Swallow (*Geology of Missouri*, p. 129). Cependant, deux notes placées au bas des pages 125 et 129 de ce rapport nous apprennent que M. Meek a récemment découvert, dans ces couches inférieures, deux Trilobites qui, suivant lui et M. le docteur Shumard, seraient identiques avec deux des espèces du grès de Potsdam, dans le nord-ouest, c'est-à-dire, dans le haut Mississipi. L'un de ces fragments est même indiqué sous le nom

de *Arionellus*, genre éminemment caractéristique de la faune primordiale en Bohême et en Suède. Cette découverte doit naturellement corroborer la disposition que manifestait le docteur Shumard à considérer ces couches inférieures comme représentant le grès de Potsdam. Si cette conclusion est définitivement établie par les savants géologues de l'État de Missouri, nous ferons remarquer que cette contrée présenterait une circonstance intéressante, relativement à la faune primordiale. En effet, d'après le rapport cité, le Trilobite nommé *Arionellus* appartiendrait à la couche de grès, n° 2, qui renferme en même temps deux Gastéropodes et un *Orthoceras*, trouvés, il est vrai, dans une *autre* localité. Or, les deux classes auxquelles appartiennent ces fossiles ne sont pas encore représentées d'une manière indubitable dans la faune primordiale d'Europe. Leur apparition en Amérique avec les Trilobites de cette faune, si elle était bien constatée, constituerait un fait presque nouveau. Du reste, cette existence anticipée des Gastéropodes et des Céphalopodes sur cet horizon, en Amérique, ne nous étonnerait point, car nous avons déjà constaté plusieurs fois que les parages siluriens de ce continent ont joui d'un certain privilége d'antériorité, relativement à l'apparition de divers types.

En somme, les neuf contrées où nous signalons la présence de la faune primordiale dans l'Amérique du Nord, quoique éloignées les unes des autres, sont néanmoins régulièrement disposées, dans le sens horizontal, sur les bords extérieurs des bassins paléozoïques. Dans toutes, l'étage renfermant cette faune est verticalement placé au-dessous de toutes les formations fossilifères, dont il constitue l'horizon le plus bas. Ces deux circonstances, combinées avec le fait évident de la pauvreté zoologique de toutes les formations qui portent le nom de *grès de Potsdam*, et avec la nature générique des fossiles, surtout des Trilobites, qu'on y connaît, suffisent pour bien établir que cet horizon correspond à celui de la faune primordiale en Europe.

On voit, par cet exposé rapide, que, dans le courant de ces dernières années, la faune primordiale a été reconnue sur plusieurs points nouveaux, et au moyen de fossiles qui ne permettent pas de révoquer en doute ces découvertes. Avant de passer à un autre sujet, il est bon de remarquer, que les progrès de ce genre doivent être naturellement plus longs et plus difficiles que pour toute autre faune d'un âge postérieur. En effet, on peut dire qu'en général les sédiments renfermant la faune primordiale n'offrent qu'une puissance relativement faible, en comparaison de l'épais-

seur des dépôts qui contiennent la faune seconde. Dans beaucoup de contrées, ce rapport s'élève à peine à un cinquième. Par conséquent, la surface accessible de la faune primordiale est réduite à une bande étroite entre les roches métamorphiques et les formations de la faune seconde. Pour peu que ces dernières deviennent transgressives, la faune primordiale se trouve complétement cachée.

II. — *Richesse zoologique.*

Nous n'avons aucun progrès notable à signaler, sous ce rapport, pour la faune primordiale, et nous ne connaissons dans les contrées siluriennes d'Europe que très peu d'espèces nouvelles qui doivent être ajoutées au tableau que nous avons présenté dans notre communication du 2 mars 1857. En ce qui touche l'Amérique, nous rappelons les deux espèces de *Paradoxides* que nous venons d'indiquer comme découvertes, l'une sur l'île de Terre-Neuve, et l'autre près de Boston. Il faudrait y ajouter les deux Trilobites mentionnés dans l'État de Missouri, si leur existence sur l'horizon des grès de Potsdam est définitivement établie par le docteur Shumard et M. Meek.

En somme, au lieu de 165 espèces animales ou végétales indiquées dans notre tableau de 1857, nous en comptons 174 dans le tableau qui va suivre.

Ces progrès zoologiques de la faune primordiale sont, absolument parlant, très insignifiants, mais cependant en parfaite harmonie avec la nature de cette faune. En effet, parmi les caractères prédominants de la faune primordiale, il faut compter le caractère négatif qui consiste, soit dans l'absence totale de la plupart des classes composant la série zoologique, soit dans leur réduction numérique à quelques espèces ou à quelques types sporadiques et clair-semés. On ne saurait donc attendre que, dans un temps donné, les recherches faites dans le sol de la zone primordiale amènent la découverte d'espèces aussi nombreuses que dans celui de la faune seconde ou de la faune troisième. Notre expérience en Bohême nous démontre de plus en plus, chaque jour, la justesse de cette considération. Nous continuons à fouiller, par les mains de nombreux ouvriers, dans toutes les formations fossilifères de notre bassin, et, pour donner une idée du résultat de nos travaux, nous citerons uniquement la tribu des Trilobites, la seule développée dans la faune primordiale. En 1852, nous avons décrit 253 espèces de cette famille. Aujourd'hui nous en connaissons environ 300. Ainsi, dans l'espace des sept années qui vien-

nent de s'écouler, nous avons découvert près de 50 espèces nouvelles de Trilobites. Dans ce nombre, la faune primordiale ne figure pas même pour une unité, tandis que la majeure partie provient de la faune seconde, et quelques espèces appartiennent à la faune troisième. Cependant, nous avons activement fouillé dans les schistes protozoïques de Skrey et de Ginetz, également connus par leurs richesses trilobitiques. Le seul résultat utile de nos travaux a été, soit de compléter quelques espèces déjà connues, soit de nous montrer que des formes, qui paraissaient propres à l'une des deux bandes, se trouvent aussi, quoique très rarement, dans la bande opposée. Ainsi, même dans le pays où se font les recherches les plus actives, la faune primordiale est restée complétement stationnaire depuis 1857, car nos résultats sont aussi négatifs pour toutes les autres classes que pour celle des Crustacés.

Nous n'entendons pas dire, que la liste des fossiles de la faune primordiale, comprenant environ 40 espèces, doit être considérée comme close en Bohême, ni, à plus forte raison, dans les autres contrées siluriennes qui ont été moins activement explorées. Mais, nous le répétons, notre espoir de voir la faune primordiale aussi riche, par exemple, que la faune seconde, qui n'offre guère plus de 200 espèces dans notre bassin, s'est depuis longtemps évanoui. Peut-être aussi, notre maître très respecté, M. d'Omalius, arrivera-t-il un jour à désespérer qu'on découvre un représentant de l'embranchement des Vertébrés, sur cet horizon primordial, où l'on ne rencontre, avec les Trilobites, que les avant-coureurs des Mollusques et des Radiaires.

### III. — *Indépendance de la faune primordiale.*

En quoi consistent les caractères d'indépendance des faunes? Jusqu'ici, il n'a surgi dans la science aucun législateur pour les définir et les prescrire, mais ils sont établis dans la pratique, par une sorte de consentement tacite de tous les géologues.

Il est d'abord bien entendu, qu'on ne peut donner le nom de faune qu'à un assemblage de fossiles offrant numériquement une certaine importance, sans qu'on puisse cependant fixer un chiffre *minimum*. La *faune primordiale*, représentant déjà un ensemble de 175 espèces, malgré les circonstances défavorables que nous avons indiquées ci-dessus, en parlant de sa richesse zoologique, et malgré le petit nombre d'années écoulées depuis que cette faune est signalée, mérite d'être considérée comme constituant la pre-

mière unité, et la plus simple de toutes, dans la série paléontologique.

Dans la pratique, on regarde deux faunes successives comme indépendantes, lorsque chacune d'elles présente :

A. — Une grande majorité d'espèces à elle propres, c'est-à-dire qui apparaissent et qui s'éteignent entre ses limites verticales.

B. — Un nombre plus ou moins considérable de genres et de familles, qui lui appartiennent exclusivement, ou du moins dont elle offre le plus grand développement.

C. — A ces deux caractères zoologiques, s'ajoute souvent une distinction stratigraphique, sans doute digne d'attention, mais nullement indispensable, lorsque chacune des deux faunes comparées est renfermée dans une formation de nature différente. Toutefois, il n'est point nécessaire qu'une dislocation du terrain vienne s'interposer entre elles, comme on l'a gratuitement supposé d'après des vues théoriques.

Le caractère fondé sur la différence de la majorité des espèces est considéré, le plus souvent, comme suffisant à lui seul, pour établir l'indépendance des faunes. Mais, sous le rapport de la valeur, ce caractere est cependant inférieur à celui qui est fondé sur la différence des genres. En effet, si tous les genres de deux faunes étaient différents, il est clair qu'il ne pourrait y avoir entre elles aucune espèce commune. Le premier de ces deux caractères serait renfermé dans le second.

Il resterait à fixer par un chiffre, soit par rapport aux espèces, soit par rapport aux genres *exclusivement propres*, la quantité nécessaire pour rendre une faune indépendante. C'est ce que la science n'a pas fait jusqu'à ce jour et ne fera probablement jamais, parce que, dans une question de ce genre, on ne peut adopter des proportions rigoureusement arrêtées par des chiffres, comme on le fait en chimie, pour définir les combinaisons des corps *simples*.

Voyons si la faune primordiale satisfait à ces diverses conditions d'indépendance. Pour arriver à une exacte conclusion, nous devons considérer cette faune, non pas dans une contrée limitée, choisie suivant des vues particulières, mais dans l'ensemble du monde silurien. Nous allons donc parcourir encore une fois les principales régions où cette faune est représentée.

1. — En Bohême, la faune primordiale satisfait parfaitement à toutes les conditions exigibles pour son indépendance.

A. — Sur 40 espèces qu'elle présente, aucune ne passe dans la faune seconde.

B. — Les 13 genres qui lui appartiennent se répartissent ainsi que le montre le tableau suivant :

| | GENRES | | |
|---|---|---|---|
| | Nombre total. | Exclusivement propres à la faune primordiale. | Passant dans la faune seconde. |
| Trilobites | 7 | 6 | 1 |
| Ptéropodes | 1 | 0 | 1 |
| Brachiopodes | 2 | 0 | 2 |
| Cystidées | 2 | 2 | 0 |
| Bryozoaires | 1 | 1 | 0 |
| | 13 | 9 | 4 |

Ainsi, sur 13 genres que nous connaissons dans cette faune, ceux qui lui sont exclusivement propres sont au nombre de 9, tandis que ceux qui se propagent dans la faune seconde se réduisent à 4. Remarquons de plus que ces derniers, à l'exception de *Agnostus*, n'appartiennent pas aux Trilobites, qui prédominent dans la faune primordiale et qui lui impriment un de ses caractères les plus tranchés. Il y a donc, sous le rapport des genres entre la faune primordiale et la faune seconde, une distinction bien marquée.

C. — Enfin, la faune primordiale de Bohême est ensevelie dans une formation de schiste argileux, dont toutes les apparences contrastent aves celles des roches souvent siliceuses qui renferment la faune seconde. Il existe d'ailleurs, dans l'intervalle entre ces deux faunes, une grande masse de porphyres intercalés entre les formations sédimentaires.

Ces caractères si positifs, reconnus par nous dès l'origine de nos recherches, nous ont déterminé, en 1846, à considérer la faune de notre étage C, ou faune primordiale, comme nouvelle et indépendante, par rapport aux deux faunes siluriennes déjà établies en Angleterre et autres contrées explorées par sir Roderick Murchison (*Notice préliminaire*). Depuis lors, nous persistons dans cette opinion, non-seulement à cause des motifs originaires que nous venons de rappeler, mais encore par suite de nouvelles considérations, que nous allons exposer.

Dans toutes nos publications antérieures, afin de mieux faire

concevoir la séparation tranchée, qui existe entre nos faunes primordiale et seconde, nous avons invoqué la présence des porphyres interposés entre elles. Ces porphyres auraient dû en effet anéantir totalement la première faune, si elle avait encore existé à l'époque de leur déversement sur le fond de notre bassin. Cette masse de roches plutoniques, offrant plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, reste toujours là comme une barrière infranchissable entre les deux faunes comparées, mais il y a lieu de se demander si la faune primordiale a été réellement atteinte par l'invasion des porphyres.

Or, en étudiant le profil des environs de Skrey, on reconnaît que les roches ignées, au lieu de reposer immédiatement sur les schistes à Trilobites, en sont séparées par d'autres schistes plus ou moins métamorphiques, qui ont une épaisseur de quelques centaines de mètres, sans aucune trace quelconque de fossiles. On voit même dans cette hauteur un conglomérat renfermant des fragments roulés des schistes de Skrey avec les Trilobites de cette localité. C'est un fait constaté en présence de sir Roderick Murchison et de M. de Verneuil, il y a longues années. D'après cette disposition stratigraphique, les Trilobites de Skrey avaient cessé d'exister et avaient déjà passé à l'état de fossiles, bien avant l'apparition des porphyres. L'anéantissement de la faune primordiale n'a donc pas été la suite violente de la révolution locale causée par l'introduction de ces roches, et nous devons plutôt la considérer comme l'effet lent et normal de la grande loi de la nature, qui régit la succession des êtres sur le globe.

Cette interprétation est confirmée par un nouveau fait, très digne d'attention et qui nous a été révélé par les recherches actives que nous faisons depuis 1855, dans les gîtes de Wosek, aux environs de Rokitzan. Ces gîtes, dont nous avons signalé l'importance dans une communication faite à la Société, le 7 avril 1856, sont situés sur la bande d-1., base fossilifère de notre étage D, dont nous subdivisons la hauteur en 5 bandes superposées : d-1, d-2, d-3, d-4, d-5. La bande d-1 ne repose pas immédiatement sur les porphyres, mais elle en est séparée, au contraire, par une formation puissante de schistes, divers dans leur apparence, mais tous également dépourvus de fossiles.

Or, en 1852, lors de la publication de notre premier volume, cette bande d-1, généralement peu accessible, ne nous avait fourni, pour tous fossiles, que 2 Trilobites représentant 2 espèces et 2 genres. Aujourd'hui, par suite de nos recherches, soit à Wosek, soit à Auval, c'est-à-dire aux deux bouts opposés de

notre bassin, nous avons recueilli, sur ce même horizon, d'abord 27 espèces de Trilobites et, en outre, des fossiles multipliés, représentant à peu près tous les genres de mollusques connus dans notre faune seconde. Il en résulte un ensemble d'environ 75 espèces, et ce chiffre atteint presque la moitié des formes constituant cette faune. D'ailleurs, les espèces déjà connues dans les bandes supérieures de l'étage D se trouvent mêlées en proportion notable avec diverses formes nouvelles et propres à la bande d-1, de manière à montrer, que ces divers horizons de fossiles ne constituent qu'une seule et même faune. Ainsi, les 27 espèces de Trilobites, représentent 21 genres, formant la grande majorité des 26 types de cette tribu, qui appartiennent à notre faune seconde et qui étaient déjà signalés dans nos travaux antérieurs, à l'exception de 2 ou 3.

Je regrette que le temps ne me permette pas d'exposer les analogies et les harmonies remarquables que présentent les fossiles de notre bande d-1, avec ceux qui caractérisent la faune seconde en France, en Angleterre et en Scandinavie, par la présence des *Didymograpsus*, *Redonia*, *Ribeiria*, *Ogygia*, *Placoparia*, et aussi des Orthocères à large siphon marginal, que nous avions vainement cherchés pendant vingt ans, en Bohême.

En somme, nos travaux, depuis quelques années, nous ont démontré que la faune seconde, à l'époque de son apparition en Bohême, sur la bande d-1, au lieu d'être limitée aux 2 espèces connues en 1852, était relativement riche en formes de la plupart des classes, et notamment en Trilobites.

Mais sur quel horizon a donc eu lieu cette première apparition de la faune seconde, dans laquelle nous avons déjà constaté l'existence simultanée de 75 espèces? Sur l'horizon le plus rapproché de notre étage C, ou, en d'autres termes, le plus voisin de la faune primordiale. Par conséquent, s'il y a eu un contact ou une coexistence quelconque des espèces de cette faune avec celles de la faune seconde, les traces de ce contact ou de cette coexistence devraient se trouver dans la bande d-1. Or, nous ne voyons jusqu'à ce jour, parmi les milliers de fossiles que nous avons recueillis sur cet horizon, aucune forme spécifique quelconque, qui puisse être considérée comme ayant survécu à la faune primordiale. C'est néanmoins dans la bande d-1 que nous rencontrons les représentants des genres préexistants dans cette faune, comme *Agnostus* parmi les Trilobites, *Pugiunculus* parmi les Ptéropodes, et *Orthis* parmi les Brachiopodes; mais chacun de ces types se reproduit sous des formes nouvelles.

D'après ces diverses observations anciennes et nouvelles, l'indépendance de la faune primordiale, en Bohême, nous paraît évidente et à l'abri de toute objection. Il serait difficile de croire qu'un fait de cette nature puisse être une exception locale, en opposition avec les résultats obtenus dans d'autres contrées moins activement explorées. Nous espérons fermement, au contraire, que des recherches suffisamment étendues dans tous les autres pays montreront de plus en plus la concordance et l'harmonie que leurs faunes siluriennes nous ont déjà permis de reconnaître par rapport aux faunes de la Bohême, et que nous allons encore faire ressortir dans ce qui nous reste à dire aujourd'hui.

2. — En Suède, l'indépendance de la faune primordiale est aussi bien établie qu'en Bohême ; c'est ce que nous avons démontré dans notre *Parallèle entre la Bohême et la Scandinavie*, d'où il nous suffit d'extraire les documents suivants, fondés sur les recherches et communications de M. Angelin.

A. — La faune primordiale de Suède avait déjà fourni, en 1856, les espèces suivantes :

| | |
|---|---|
| Trilobites. . . . . | 71 |
| Cythérinides. . . . . | 2 |
| Céphalopodes?. . . . | 1 ? |
| Ptéropodes. . . . . | 1 |
| Brachiopodes. . . . | 8 |
| Bryozoaires. . . . . | 1 |
| Total. . . . | 84 |

Aucune de ces 84 espèces ne passe dans la faune seconde.

B. — Les genres de la faune primordiale de Suède indiqués par M. Angelin se répartissent comme il suit :

| | GENRES | | |
|---|---|---|---|
| | Nombre total. | Exclusivement propres à la faune primordiale. | Passant dans la faune seconde. |
| Trilobites. . . . . | 11 | 9 | 2 |
| Cythérinides. . . . . | 1 | 0 | 1 |
| Céphalopodes?. . . . . | 1 | 0 | 1 |
| Ptéropodes. . . . . | 1 | 0 | 1 |
| Brachiopodes. . . . . | 4 | 0 | 4 |
| Bryozoaires. . . . . | 1 | 1 | 0 |
| | 19 | 10 | 9 |

Sur 19 genres, la majorité 10 est propre à la faune primordiale, tandis que 9 passent dans la faune seconde. Cette majorité est moins forte qu'en Bohême; mais il faut remarquer que, parmi les genres propres à la faune primordiale, les Trilobites, représentant la classe prédominante, en fournissent 9, ce qui suffit parfaitement pour confirmer l'indépendance de cette faune, déjà établie par toutes ses espèces. Ce chiffre, relatif aux Trilobites, serait plus que doublé, si, au lieu de suivre notre nomenclature, nous adoptions celle de M. Angelin (voir notre *Parallèle*, p. 17).

C. — Les formations qui renferment la faune primordiale en Suède consistent principalement en schistes alunifères, renfermant soit des strates, soit des sphéroïdes calcaires. Ces roches, bien qu'elles se représentent à la base des étages renfermant la faune seconde, diffèrent néanmoins, dans leur ensemble, des formations principalement calcaires et marneuses, dans lesquelles cette dernière est ensevelie.

Ainsi, d'après ces trois caractères, la faune primordiale de Suède paraît jusqu'à ce jour parfaitement indépendante de la faune seconde.

3. — En Norwége, les recherches de M. Théodore Kjerulf ont amené au jour un grand nombre de fossiles que M. Angelin n'avait peut-être pas recueillis dans cette contrée, mais qui se trouvent presque tous identiques avec ceux que ce savant signalait sur d'autres points. Or, il résulte des listes données par M. Kjerulf dans son second mémoire, que la distribution verticale de ces fossiles est exactement la même qu'en Suède. Par conséquent, la faune primordiale est aussi bien caractérisée dans les environs de Christiania que dans la contrée plus classique de Scanie. Cependant, nous devons faire remarquer un fait, qui résulterait des recherches ou du moins des déterminations de M. Kjerulf, dans le dernier mémoire cité. Ce fait consiste en ce que deux fossiles énumérés par M. Kjerulf sous les noms de *Didymograpsus geminus* et *Orthis calligramma*, se retrouvent dans la faune seconde, savoir : *D. geminus* en Angleterre et *O. calligramma* en Scandinavie, etc. Ainsi, il y aurait, dans la faune primordiale de Norwége, deux espèces passant dans la faune seconde, sans compter *A. pisiformis* qui se trouverait dans le même cas. Devant parler de ce Trilobite au sujet de l'Angleterre, nous le passons sous silence dans ce moment.

En principe, nous admettons sans aucune hésitation que non-seulement ces deux espèces, mais bien d'autres, pourraient être reconnues comme communes aux deux faunes en question;

mais un fait de cette nature, avant d'être définitivement admis, doit être mis complétement hors de doute. Or, nous rappellerons que M. Kjerulf, dans son premier mémoire, constate la disposition compliquée des couches siluriennes de son bassin, résultant, d'un côté, des nombreux plissements qu'elles ont subis par l'effet de violentes pressions latérales, et, d'un autre côté, des érosions produites par les divers agents de dénudation. Dans des couches si compliquées, un collecteur peut aisément attribuer à un étage deux fossiles qui appartiendraient à l'étage contigu. Cette erreur serait d'autant plus concevable, que M. Kjerulf a fait tout son travail avec une surprenante rapidité, qui fait grand honneur au zèle et à l'activité d'un jeune adepte de la science, mais qui est à peine concevable pour nous, qui avons vieilli dans la recherche et l'étude des fossiles. La précipitation de ce jeune savant semble d'ailleurs se manifester dans la manière dont il apprécie la faune primordiale de Bohême, qu'il paraît faire remonter jusque dans notre faune troisième. Nous croyons donc que l'existence des deux espèces indiquées dans la faune primordiale des environs de Christiania exigerait une nouvelle confirmation, avant d'être admise comme un fait indubitable dans la science. La présence de ces deux fossiles dans une couche de schiste alunifère est loin de suffire pour prouver qu'ils appartiennent à cette première faune; car selon M. Angelin, que nous venons de citer, l'apparition de la faune seconde en Suède a lieu précisément dans un schiste de cette nature.

4. — En Angleterre, nous arrivons sur le sol où a pris naissance le *système silurien* dans lequel nous comprenons la faune primordiale. En abordant cette contrée classique de la géologie et envers laquelle nous sommes tous disposés à exprimer notre reconnaissance pour les lumières que nous en avons reçues, prenons garde cependant, que ce sentiment si bien fondé et joint à notre admiration pour les travaux de tant d'éminents géologues anglais, ne nous fasse oublier que, dans ses étroites limites géographiques, l'Angleterre ne peut ni représenter ni remplacer le monde silurien.

Je suis heureux dans cette circonstance d'avoir pour me guider le beau livre qui est sous les yeux de la Société; c'est la troisième édition du *Silurian system* de sir Roderick Murchison, publié deux fois, depuis peu d'années, sous le nom de *Siluria*. Un éminent géologue, M. d'Archiac, vient de présenter à la Société l'analyse de cet ouvrage, dont il a fait ressortir les mérites. Je suis charmé de pouvoir m'associer à l'expression des hommages publiquement rendus à l'illustre auteur de la *Siluria*, qui est

notre maître à tous dans cette branche de la science. Personne n'ignore, en effet, que c'est sir R. Murchison qui le premier nous a révélé l'importance des terrains paléozoïques, qui les a tirés de l'obscurité où ils étaient ensevelis, qui les a classifiés, et qui les a illustrés par ses grands et nombreux ouvrages, embrassant presque toute la surface de l'Europe. Ces classifications, fondées sur des bases aussi larges que rationnelles, se sont naturellement appliquées à toutes les contrées du globe, et sont destinées à rester comme loi permanente dans la science. Nous les avons adoptées pour le bassin silurien de la Bohême, en y ajoutant toutefois, comme appendice, la faune primordiale alors inconnue en Angleterre (*Notice prélim.*, 1846).

La nouvelle édition de la *Siluria*, outre de nombreux documents instructifs et nouveaux, renferme aussi un tableau vivement sollicité par nous depuis plusieurs années, et représentant la distribution verticale de tous les fossiles siluriens, en Angleterre. Ce tableau important, qui occupe 21 pages et comprend environ 950 espèces, résume tout l'ouvrage, et il nous permet de résoudre diverses questions, sous une triple autorité. D'abord, celle de l'éminent auteur de la *Siluria* qui a dirigé le travail, et ensuite l'autorité hautement respectée dans la science de MM. Salter et Morris, qui l'ont exécuté. M. Salter, paléontologue officiel du *Geological Survey*, s'est particulièrement voué, depuis longues années, à l'étude des fossiles paléozoïques. M. Morris, embrassant les faunes de toute la série géologique, nous a déjà donné deux éditions de son Catalogue comprenant toutes les espèces fossiles de l'Angleterre. On pourrait donc dire, que le tableau de la *Siluria renferme la Loi et les Prophètes*. Nous allons l'invoquer dans la question qui nous occupe.

Dans notre communication du 2 mars 1857, nous avons exposé les péripéties qu'avait subies en Angleterre la reconnaissance de la faune primordiale, et nous ne reviendrons pas sur ce sujet. A l'époque où s'arrêtait notre revue, sir R. Murchison avait admis le parallèle entre la faune primordiale de Bohême et l'ensemble des fossiles caractérisant les *Lingula beds* dans le pays de Galles et les schistes noirs à *Olenus* des collines de Malvern. Édouard Forbes, alors président de la Société géologique et chef de la paléontologie au *Geological Survey*, avait proclamé, en 1854, la découverte de la faune primordiale comme un fait accompli et un progrès solidement établi, aussi bien en Angleterre qu'en Bohême, en Suède et dans l'Amérique du Nord. M. Salter, qui par ses recherches personnelles, en 1853, avait mis hors de doute l'exis-

tence de cette faune en Angleterre, partageait l'opinion de son chef, en nous annonçant toutefois, qu'il existait un horizon de contact entre la faune primordiale et la faune seconde. Sir Charles Lyell venait d'établir son groupe *cambrien supérieur* sur la faune primordiale, dans la cinquième édition de son *Manuel de géologie élémentaire* publié en 1857. Tout concourait donc à nous montrer à cette époque que, abstraction faite des points de vue personnels et des nomenclatures, l'idée de la faune primordiale était définitivement entrée dans la science, aussi bien sur le sol anglais que sur le continent.

Cet état de choses est-il modifié aujourd'hui ? Oui, sans doute ; mais la modification est tout entière à l'avantage de la doctrine que nous professons, au sujet de la faune primordiale.

Par suite des communications particulières et anticipées que nous avions reçues de M. Salter, nous étions dans la ferme persuasion, que le contact observé par ce savant entre la faune primordiale et la faune seconde avait lieu sur une échelle assez étendue. Ce fait, admis par nous à l'époque où nous avons publié notre *Parallèle*, nous paraissait tout naturel et s'expliquait aisément à notre point de vue, sans infirmer aucunement l'indépendance réciproque de ces deux faunes. Afin de montrer quelles étaient nos convictions à cet égard, nous reproduisons ici un passage de notre ouvrage cité :

« Lorsqu'on trouve en Angleterre, dans une même couche, les » dépouilles des *Olenus* ou *Paradoxides*, mêlées avec celles des » *Asaphus*, *Ogygia* et *Calymene*, c'est la preuve d'une coexistence » temporaire des deux faunes primordiale et seconde ; mais puisque » les *Olenus* ou *Paradoxides* s'éteignent sur cet horizon de contact, » tandis que les autres genres y font leur première apparition, » pour se propager à travers une puissante série verticale de dé» pôts, ce contraste dans le sort de ces Trilobites montre suffisam» ment, que la faune primordiale faisait place à la faune seconde. » Ces deux créations n'en restent donc pas moins distinctes l'une » de l'autre, malgré leur coexistence passagère sur un même hori» zon, dans une localité. » (*Parallèle*, p. 42.)

Aujourd'hui, en consultant le tableau de la *Siluria*, nous nous voyons forcé, pour ainsi dire malgré nous, de réduire les proportions et l'importance du contact entre les deux faunes comparées. D'abord, ce ne sont point les *Paradoxides*, jusqu'ici exclusivement propres à la faune primordiale, qui ont été trouvés mêlés avec les *Asaphus*, *Ogygia*, etc., caractérisant éminemment la faune seconde. Le seul *Paradoxides* énuméré dans le tableau est indiqué

dans son horizon normal, c'est-à-dire dans celui des *Lingula flags*.

Ce ne sont pas non plus les *Olenus*, qui passent de la faune primordiale dans la faune seconde, comme on pourrait le supposer d'après le tableau, où l'on voit deux espèces de ce genre dans les *Lingula flags*, tandis que trois autres sont placées, mais avec doute (?), dans l'étage de Caradoc ou Bala. Cette distribution hypothétique exige une explication. D'abord, sir R. Murchison, dans son texte (p. 46 et 104), admet sans hésitation, que les trois espèces en question : *Olenus bisulcatus*, *O. humilis* et *O. scarabæoides*, se trouvent sur l'horizon de la faune primordiale, dans les *black schists* des collines de Malvern. Pendant longtemps, au contraire, les savants du *Geological Survey* ont considéré la formation des *black schists* contenant ces Trilobites, comme représentant l'horizon du Caradoc, parce que sous ces schistes on trouvait des couches de grès sans fossiles. L'apparence pétrographique de cette roche paraissait un motif suffisant pour l'assimiler au grès de Caradoc, malgré la nature des Trilobites placés au-dessus. Pendant notre séjour en Angleterre, en 1851, nous avions vivement protesté contre cette assimilation, parce qu'il nous semblait que la seule présence des *Olenus* dans les *black schists* suffisait pour démontrer que ces couches étaient sur le même horizon que les *Lingula flags* du pays de Galles, également caractérisés par ce genre. Dès cette époque, sir R. Murchison avait adopté nos vues, ainsi que le prouvent ses deux éditions sous le nom de *Siluria*. Les convictions contraires n'avaient pas été entièrement dissipées, mais cependant elles avaient été fortement ébranlées, d'après le doute avec lequel MM. Salter et Morris indiquent la position des trois espèces mentionnées dans la colonne de Caradoc ou Bala. Par suite de cette divergence d'opinions entre les autorités qui nous guident, la question relative à l'horizon sur lequel se trouvent ces trois Trilobites serait donc encore indécise aujourd'hui, si nous n'avions que le tableau et le texte que nous venons de citer. Heureusement, elle se trouve complétement résolue par sir R. Murchison dans une note postérieure à l'impression du tableau et placée dans l'*Appendix*, p. 561. Cette note constate, qu'on a trouvé dans le grès de Malvern, auparavant considéré comme sans fossiles, de nombreuses traces de tubes d'annélides rapportés au genre *Trachyderma*, et que de plus, dans les *black schists* de Malvern, on a découvert le bryozoaire *Dictyonema sociale* qui est, comme les *Olenus*, un des fossiles caractéristiques des *Lingula flags* dans le pays de Galles. De ces faits, sir Roderick conclut avec raison que les schistes à *Olenus* de Malvern appartiennent

réellement à la zone primordiale. Ainsi, en rectifiant l'indication du tableau, le genre *Olenus* reste en Angleterre, comme en Suède et en Norwége, exclusivement propre à la première faune silurienne.

Quels sont donc les genres de Trilobites qui passent de cette faune dans la faune seconde? D'après le tableau de la *Siluria*, c'est uniquement *Agnostus*, c'est-à-dire le seul genre qui avait été signalé par nous, depuis longues années, comme commun à ces deux faunes, bien que plus développé dans la première. Toute la différence consiste en ce que l'espèce la plus commune dans la faune primordiale d'Angleterre, *Agnostus pisiformis*, se propage dans la faune seconde. On sait que cette espèce, encore plus commune en Suède, est restée jusqu'à ce jour exclusivement propre à la faune primordiale de cette contrée, de sorte que le passage signalé en Angleterre, au lieu d'être un fait général, ne serait qu'une exception locale.

Formulons maintenant les caractères d'indépendance de la faune primordiale d'Angleterre, à l'aide du tableau de la *Siluria*, ainsi que nous l'avons déjà fait pour les autres contrées.

A. — Le nombre des espèces aujourd'hui connues sur l'horizon des *Lingula flags* s'élève à 14, d'après les indications du tableau, en faisant abstraction d'un fucoïde énuméré sous le nom de *Cruziana*, et à 15, y compris ce végétal; mais ce chiffre doit subir deux augmentations. D'abord il convient d'y ajouter les 3 espèces d'*Olenus* des collines de Malvern, dont nous venons d'établir la véritable position géologique, ainsi que l'espèce de *Trachyderma*, annélide trouvé dans les grès inférieurs de cette localité.

En outre, à notre point de vue, il faudrait encore comprendre dans la faune primordiale d'Angleterre les 5 espèces énumérées dans la note placée à la fin du tableau, dont elles ont été exclues, parce qu'elles sont considérées comme appartenant au *groupe cambrien* du *Geological Survey*. Nous avons exposé, dans notre communication du 2 mars 1857, les motifs pour lesquels nous croyons devoir classer ces fossiles dans la faune primordiale. Ils en sont simplement les avant-coureurs; car ils sont renfermés dans les schistes du Longmynd, placés conformablement au-dessous des *Stiper stones* qui sont les équivalents des *Lingula flags* du pays de Galles. Enfin, sir Roderick annonce, à la page citée 561, que M. Kinahan a récemment découvert en Irlande, dans le même *groupe cambrien*, une espèce nouvelle, *Oldhamia discreta*, qui s'ajoute aux 5 espèces dont nous parlons.

Ainsi, il y aurait en tout 10 espèces à ajouter aux 15 qui figurent

dans le tableau. En somme, la faune primordiale d'Angleterre comprendrait aujourd'hui 25 espèces, parmi lesquelles une seule, *Agnostus pisiformis*, se propage dans la faune seconde.

*B.* — Les genres de la faune primordiale de cette contrée se répartissent comme il suit :

| | GENRES | | |
|---|---|---|---|
| | Nombre total. | Exclusivement propres à la faune primordiale. | Passant dans la faune seconde. |
| Trilobites. . . . . | 6 | 5 | 1 |
| Crustacés divers. . . . . | 2 | 2 | 0 |
| Annélides . . . . . | 2 | 2 | 0 |
| Bryozoaires. . . . . | 2 | 2 | 0 |
| Brachiopodes. . . . . | 2 | 0 | 2 |
| Fucoïde. . . . . | 1 | 0 | 1 |
| | 15 | 11 | 4 |

Ainsi, sur 15 genres, 11 sont exclusivement propres à la faune primordiale, tandis que 4 seulement s'élèvent dans la faune seconde.

Si l'on compare ces chiffres avec ceux que nous venons de donner pour la Bohême, on doit être frappé de l'harmonie qui existe entre ces contrées. Il serait impossible de l'attendre plus complète, lorsqu'on sait apprécier la diversité qui se manifeste dans les faunes contemporaines, en passant d'une région dans une autre. En Angleterre, le chiffre des espèces connues dans la faune primordiale est encore peu élevé, comparativement à la Bohême ou à la Scandinavie. Cette différence pourrait être fondée dans la nature, par la seule raison de la diversité à laquelle nous venons de faire allusion. Mais ne pourrait-on pas aussi penser, qu'elle dépend en partie de l'insuffisance des fouilles et des recherches? Rappelons-nous que les principales découvertes des espèces de cette faune depuis 1853 sont le résultat des explorations de M. Salter, réduites chacune à quelques semaines. L'ensemble de ces fouilles représenterait-il une année de travail, ce ne serait encore que peu de temps, par rapport aux vingt années durant lesquelles nous avons fait fouiller, en Bohême, les schistes de Skrey et de Ginetz, renfermant notre faune primordiale.

D'ailleurs, ce n'est pas uniquement la faune primordiale d'Angleterre, qui diffère de celle de la Bohême par le chiffre de ses espèces. Nous trouvons une différence analogue dans le chiffre des espèces de la faune seconde, comme aussi dans celui de la faune troisième, et dans l'ensemble de tous les fossiles siluriens des deux pays comparés; c'est ce que montre le tableau qui suit :

| | NOMBRE DES ESPÈCES CONNUES. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Faune primordiale. | Faune seconde. | Faune troisième. | Totaux. |
| Bohême. . . . . | 40 | 200 | 2000 | 2240 |
| Angleterre. . . . . | 25 | 549 | 494 | 967 |

Comme il y a environ 100 espèces communes aux faunes seconde et troisième d'Angleterre, elles ont été déduites du total.

Les nombres relatifs à la Bohême sont approximatifs, parce que nos déterminations spécifiques ne sont pas achevées. Les chiffres qui ont rapport à l'Angleterre sont tirés du tableau de la *Siluria*; mais ils ne sont pas complets, pour le même motif que nous venons d'indiquer. Cependant, malgré cette circonstance, les travaux paléontologiques sont assez avancés dans les deux contrées, pour que les rapports résultant des chiffres que nous comparons puissent être considérés comme très approchés de la vérité. Or, ces chiffres nous montrent, que la faune primordiale et la faune troisième d'Angleterre sont numériquement inférieures, l'une d'environ moitié et l'autre de trois quarts, aux faunes correspondantes de Bohême. Pour la faune seconde, le rapport est inverse; car le chiffre de celle de Bohême est inférieur de plus de moitié au chiffre de la faune seconde d'Angleterre. Quant au nombre total des espèces siluriennes dans les deux pays, celui de l'Angleterre n'atteint pas la moitié du chiffre de notre bassin.

Par contraste, la faune seconde l'emporte numériquement sur la faune troisième en Angleterre, tandis que nous voyons tout l'opposé en Bohême.

D'après ces considérations, lors même qu'on supposerait que la faune primordiale d'Angleterre a peu de chances de s'enrichir par de nouvelles espèces, l'ensemble qu'elle présente aujourd'hui ne saurait être regardé, ni comme anormal, ni comme trop insignifiant, pour mériter toute l'attention des hommes de science. Nous

allons voir, en Amérique, la faune correspondante réduite à des proportions numériques encore bien plus faibles, mais remarquables par leur constance, sur des régions incomparablement plus vastes que l'Angleterre. Tout cela se conçoit très bien, en vertu de la loi de diversité qui règne dans la nature.

C. — Les formations qui renferment la faune primordiale en Angleterre sont très variables dans leur nature comme dans leur apparence pétrographique, ainsi que nous l'enseigne la *Siluria*. Elles passent par degrés insensibles aux formations de Llandeilo. Ce passage, que démontre très bien sir Roderick, indique cependant que les deux groupes, considérés isolément, présenteraient un certain contraste. Ce caractère est trop peu important, pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter.

5. — En Amérique, les documents relatifs à la faune primordiale, quoique peu étendus, suffisent pour bien constater son indépendance.

A. — Les espèces de cette faune, en y comprenant les neuf contrées que nous avons parcourues ci-dessus, paraissent aujourd'hui ne pas dépasser une vingtaine. Aucune de ces espèces n'a été signalée comme se propageant dans la faune seconde.

B. — Les genres sont distribués comme il suit :

| | GENRES | | |
|---|---|---|---|
| | Nombre total. | Exclusivement propres à la faune primordiale | Passant dans la faune seconde. |
| Trilobites. . . . . | 5 | 5 | 0 |
| Crustacés divers. . . . . | 1 | 1 | 0 |
| Brachiopodes. . . . . | 3 | 0 | 3 |
| Fucoïde. . . . . | 1 | 1 | 0 |
| | 10 | 7 | 3 |

Ainsi, sur 10 genres connus dans cette faune, 7 lui appartiennent exclusivement, tandis que 3 s'élèvent dans la faune seconde. Il pourrait y avoir une réduction à faire sur le chiffre des genres de Trilobites du Iowa et Minnesota. Nous faisons abstraction des formes indiquées d'une manière encore incertaine, dans l'état de Missouri.

C. — On sait qu'en Amérique, la faune primordiale se pré-

sente, presque sur tous les points, dans une formation d'une apparence particulière et nommée *grès de Potsdam*, dont la nature siliceuse contraste avec celle des dépôts plus ou moins calcaires, qui lui sont superposés.

Rapprochons maintenant les documents relatifs aux divers pays que nous venons de parcourir et établissons les chiffres totaux, soit pour les espèces, soit pour les genres, qui caractérisent la faune primordiale dans l'ensemble du monde silurien. Tel est le but du tableau qui suit.

Nous n'avons pas compris dans ce tableau les espèces qui pourraient représenter la faune primordiale, en Russie, en France et en Espagne, parce que l'identité de cette faune, dans ces trois contrées, n'est pas encore suffisamment établie.

A. — Le nombre des espèces exclusivement propres à la faune primordiale s'élève aujourd'hui à environ 174, d'après le tableau général. Sur ce nombre, une seule espèce se propage dans la faune seconde, et ce fait exceptionnel est particulier à l'Angleterre, ainsi que nous l'avons dit ci-dessus. Nous n'avons pas tenu compte des deux espèces qui auraient été trouvées par M. Kjerulf sur l'horizon de la faune primordiale en Norwége, et qui existent dans la faune seconde en Angleterre et ailleurs, parce que les documents fournis par ce savant ne nous paraissent point encore hors de doute.

Dans l'état actuel de nos connaissances, le chiffre des espèces communes à la faune primordiale et à la faune seconde, étant réduit à une simple unité, représente le *minimum* le plus exigu possible, c'est-à-dire, suivant l'expression des mathématiciens, le *minimum minimorum*. Il serait difficile de trouver deux faunes successives qui soient liées par un moindre nombre d'espèces, soit dans les terrains paléozoïques, soit dans les terrains secondaires ou tertiaires. Si nous cherchons, dans le terrain silurien lui-même, un terme de comparaison, entre la faune seconde et la faune troisième, nous voyons qu'en Angleterre ces deux faunes ont environ 100 espèces communes. Or, le nombre total des espèces de chacune d'elles est d'environ 500, en nombre rond. Ainsi, il y a un cinquième des formes passant de l'une à l'autre. Ces chiffres contrastent tellement avec ceux que nous venons d'établir entre la faune primordiale et la faune seconde, qu'il est complétement inutile d'insister davantage sur ce point.

Dans d'autres contrées, telles que la Bohême, la Scandinavie, et l'Amérique, les liens spécifiques qui unissent entre elles les faunes seconde et troisième, sont beaucoup moins multipliés qu'en Angle-

*Tableau général des genres et des espèces de la faune primordiale.*

| CLASSES ET FAMILLES. | GENRES | | | | ESPÈCES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Numéros. | Exclusivement propres à la faune primordiale. | Numéros. | Passant de la faune primordiale dans la faune seconde. | Exclusivement propres à la faune primordiale. Bohême. | Scandinavie. | Angleterre. | Amérique. | Nombre total. | Passant dans la faune seconde. |
| TRILOBITES. | 1 | *Paradoxides*, Brongn. | ... | ... | 12 | 9 | 1 | 2 | 24 | |
| | 2 | *Olenus*, Dalm. | ... | ... | ... | 21 | 5 | ... | 26 | |
| | 3 | *Conocephalites*, Barr. | ... | ... | 4 | 11 | 1 | 1 | 17 | |
| | 4 | *Ellipsocephalus*, Zenk. | ... | ... | 2 | 3 | 1 | ... | 6 | |
| | 5 | *Arionellus*, Barr. | ... | ... | 1 | 3 | ... | ... | 4 | |
| | 6 | *Sao*, Barr. | ... | ... | 1 | ... | ... | ... | 1 | |
| | 7 | *Hydrocephalus*, Barr. | ... | ... | 2 | ... | ... | ... | 2 | |
| | 8 | *Anomocare* (pars), Ang. | ... | ... | ... | 4 | ... | ... | 4 | |
| | 9 | *Aneuxanthus*, Ang. | ... | ... | ... | 1 | ... | ... | 1 | |
| | 10 | *Dolichometopus*, Ang. | ... | ... | ... | 2 | ... | ... | 2 | |
| | 11 | *Corynexochus* (pars), Ang. | ... | ... | ... | 1 | ... | ... | 1 | |
| | 12 | ... | 1 | *Agnostus*, Brongn. | 5 | 15 | 1 | ... | 21 | 1 |
| | 13 | ... | 2 | *Symphysurus*, Goldf. | ... | 1 | ... | ... | 1 | |
| | 14 | *Palæopyge*, Salt. | ... | ... | ... | ... | 1 | ... | 1 | |
| | 15 | *Dikelocephalus*, D. Owen. | ... | ... | ... | ... | ... | 5 | 5 | |
| | 16 | *Lonchocephalus*, D. Owen. | ... | ... | ... | ... | ... | 3 | 3 | |
| | 17 | *Menocephalus*, D. Owen. | ... | ... | ... | ... | ... | 1 | 1 | |
| | 18 | *Crepicephalus*, D. Owen. | ... | ... | ... | ... | ... | 2 | 2 | |
| CRUST. DIVERS. | 19 | *Hymenocaris*, Salt | ... | ... | ... | ... | 1 | ... | 1 | |
| | 20 | *Protichnites*, H. Owen. | ... | ... | ... | ... | 1 | 1 | 2 | |
| | 21 | ... | 3 | *Cytherinides*, Ang. | ... | 2 | ... | ... | 2 | |
| CEPHALOP. | 22 | ... | 4 | *Orthoceras?*, Breyn. | ... | 17 | ... | ... | 17 | |
| BRYOZOAIRES. | 23 | ... | 5 | *Hyolites*, Eichw. / *Pugiunculus*, Barr. | 5 | 1 | ... | 1 | 7 | |
| BRACHIOPODES. | 24 | ... | 6 | *Lingula*, Brug. | ... | 2 | 2 | 4 | 8 | |
| | 25 | ... | 7 | *Obolus*, Eichw. | ... | 1 | ... | 1 | 2 | |
| | 26 | ... | 8 | *Discina*, Lamk. | 1 | 1 | ... | 1 | 3 | |
| | 27 | ... | 9 | *Orthis*, Dalm. | 1 | 3 | 1 | ... | 5 | |
| | 28 | ... | 10 | *Atrypa?*, Dalm. | ... | 1 | ... | ... | 1 | |
| ANNÉLIDES. | 29 | *Trachyderma*, Salt. | ... | ... | ... | ... | 1 | ... | 1 | |
| | 30 | *Arenicolites*, Salt. | ... | ... | ... | ... | 3 | ... | 3 | |
| | 31 | *Chondrites?*, M'Coy. | ... | ... | ... | ... | 2 | ... | 2 | |
| BRYOZOAIRES. | 32 | *Oldhamia*, Forbes. | ... | ... | ... | ... | 3 | ... | 3 | |
| | 33 | ... | 11 | *Dictyonema*, Hall. | 1 | 1 | 1 | ... | 3 | |
| CYSTIDÉES. | 34 | *Lichenoides*, Barr. | ... | ... | 1 | ... | ... | ... | 1 | |
| | 35 | *Trochocystites*, Barr. | ... | ... | 1 | ... | ... | ... | 1 | |
| | 36 | (Genre indéterminé). | ... | ... | 2 | ... | ... | ... | 2 | |
| | | *Incertæ sedis*. | ... | ... | 2 | ... | ... | ... | 2 | |
| | | | | | | | | | 172 | |
| FUCOIDES. | 37 | *Scolithus*, Hall. | ... | ... | ... | ... | ... | 1 | 1 | |
| | 38 | ... | 12 | *Crusiana?*, d'Orb. | ... | ... | 1 | ... | 1 | |
| | | | | Totaux. | ... | ... | ... | ... | 174 | 1 |

terre, mais cependant il nous paraît constant aujourd'hui que plusieurs espèces se propagent de l'une à l'autre.

Si nous comparions la faune troisième silurienne avec la faune dévonienne qui la suit, nous pourrions signaler entre elles un chiffre assez notable d'espèces, qui franchissent les limites des deux systèmes superposés.

Ainsi que nous l'avons dit, personne n'est plus disposé que nous à admettre que deux faunes successives peuvent présenter un certain nombre d'espèces identiques, sans cesser d'être indépendantes l'une de l'autre. En appliquant ce principe, dans toute son étendue possible, aux faunes seconde et troisième, nous nous croyons aussi en droit, à plus forte raison, d'en réclamer l'application à la faune primordiale, par rapport à la faune seconde.

B. — Les genres de la faune primordiale, réduits en nombre dans le tableau, parce que plusieurs d'entre eux se reproduisent dans diverses contrées éloignées, présentent aujourd'hui un total d'environ 38. Sur ce nombre, 26 restent jusqu'à ce jour exclusivement propres à cette faune, tandis que 12 se propagent dans la faune seconde. Ainsi, la faune primordiale est particulièrement caractérisée par plus de 2 tiers de ses types génériques. Cette proportion est rarement dépassée ou même égalée, par le nombre des genres appartenant exclusivement à une autre faune quelconque. Comme les Trilobites forment la classe prédominante et la plus caractéristique dans la faune primordiale, il faut remarquer, qu'ils ne fournissent que 2 genres sur 18, passant dans la faune seconde. Cette circonstance ajoute un trait de plus à l'indépendance de la première faune. Les types sporadiques des autres classes très accessoires, soit sous le rapport des espèces, soit sous le rapport de la fréquence des individus, et par conséquent les moins importants dans la faune primordiale, sont précisément ceux qui se propagent dans la faune seconde, où ils doivent à leur tour prendre leur développement et constituer des caractères déterminants.

Si nous considérons l'ensemble des caractères que fournissent d'un côté les espèces et de l'autre côté les genres propres à la faune primordiale, il nous semble qu'il serait impossible de mettre en doute son indépendance par rapport à la faune seconde.

En formulant cette conclusion, nous sommes loin de considérer les chiffres exposés dans le tableau qui précède, comme devant rester immuables, surtout ceux qui indiquent le passage des espèces ou des genres dans la faune seconde ; nous pensons, au contraire, que les recherches futures établiront entre ces deux faunes de nouvelles connexions, soit en démontrant le passage

d'un plus grand nombre de genres et d'espèces de l'une à l'autre, soit en découvrant entre elles de nouveaux rapports que nous sommes loin de soupçonner. Cependant, les faits que nous connaissons aujourd'hui, et qui établissent l'indépendance de la faune primordiale par rapport à la faune seconde, présentent dans le monde silurien un tel caractère de généralité, que nous nous croyons autorisé à penser, que ces deux faunes, malgré leurs futures connexions, n'arriveront jamais à être confondues en une seule unité paléontologique.

L'indépendance de la faune primordiale étant établie par ce qui vient d'être dit, nous croyons devoir rappeler le véritable sens que nous donnons à cette expression, afin d'éviter toute interprétation contraire à nos idées. Ce sens est parfaitement déterminé dans toutes nos publications, à partir de la première, qui a paru en 1846 sous le nom de *Notice préliminaire*.

En toute occasion, nous avons regardé la faune primordiale comme une partie intégrante et inséparable du système silurien, à cause de ses relations, soit stratigraphiques, soit paléontologiques, avec les faunes seconde et troisième, antérieurement établies par sir R. Murchison.

Nous persistons dans ces convictions, et par conséquent, selon nous, le système silurien, considéré dans son ensemble sur le globe, se composerait de trois faunes successives, très inégales dans leur développement, en raison de l'époque que chacune d'elles représente et des circonstances locales dans lesquelles elle a existé, mais cependant très distinctes et indépendantes l'une de l'autre par l'ensemble de leurs fossiles, malgré des connexions réciproques plus ou moins connues aujourd'hui.

En d'autres termes, les trois faunes *primordiale*, *seconde* et *troisième*, indépendantes chacune au même titre d'unité paléontologique, forment par leur réunion un indivisible trinome qui est *le* système silurien.

En résumant tout ce que nous venons de dire, il nous semble que nous avons suffisamment répondu aux trois questions renfermées dans l'aimable interpellation de notre très respecté maître, M. d'Omalius d'Halloy. Nous avons d'abord signalé les progrès sensibles que la faune primordiale a faits durant ces dernières années, sous le rapport de son extension géographique. Nous avons ensuite constaté que ses progrès, sous le rapport de la richesse zoologique, durant le même laps de temps, avaient été insignifiants. Nous avons rappelé la cause de cette pauvreté relative,

inhérente à l'époque initiale que cette faune représente, dans l'ordre d'apparition des types organiques. Enfin, nous avons démontré que la faune primordiale maintient jusqu'à ce jour l'indépendance la plus complète par rapport à la faune seconde.

Il resterait peut-être encore à considérer la faune primordiale sous un point de vue qu'on pourrait nommer moral et transitoire. Malheureusement, en effet, beaucoup de questions scientifiques présentent, du moins pour un temps, un côté moral, qui accélère ou retarde leur solution; mais c'est un sujet trop délicat pour que je me hasarde à l'aborder. Je me permettrai seulement de rappeler à la Société un ancien apologue. Un noble et puissant seigneur, don Magnifico, avait deux grandes et belles filles; elles faisaient sa gloire et son bonheur. Afin de les mieux établir, il avait assigné d'avance à chacune d'elles la moitié de ses palais et la moitié de ses domaines. Tout allait à merveille, lorsqu'il survint une troisième fille à don Magnifico. Il était trop bon père pour la mal accueillir; mais elle fut très fraîchement reçue par sa famille, dont elle dérangeait beaucoup les combinaisons. Dans l'intérieur, on la nommait tout simplement mademoiselle *de Trop*. Elle est beaucoup plus connue du public sous le nom de Cendrillon, et je me crois dispensé d'achever son histoire.

Pour certains géologues, la faune primordiale ne serait-elle pas quelque chose comme mademoiselle *de Trop*.

---

## *Notes additionnelles à la communication de M. Lartet*, p. 469.

1° Depuis la présentation de ce travail à la Société géologique, M. Jourdan, de Lyon, de retour d'un voyage d'exploration paléontologique dans le centre et dans le midi de la France, vient de me faire part de quelques observations qui tendraient à modifier l'opinion émise ci-dessus sur l'âge du gisement *dinothérien* d'Aurillac (Cantal). D'après M. Jourdan, les dents de Dinotherium trouvées dans ce gisement appartiennent au *D. giganteum*; il a lui-même recueilli, dans cette localité, des dents d'Hipparion et

d'autres espèces qui caractérisent à Eppelsheim (Hesse rhénane) et à Pikermi, en Grèce, le miocène supérieur. M. Jourdan a également constaté à Montredon, près de Bize (Aude), l'association des restes d'un Dinotherium avec l'Hipparion.

2° J'ai aussi reçu de notre savant confrère, M. B. Gastaldi, de Turin, une lettre qui confirmerait ce que j'ai dit de l'absence des prémolaires ou dents de remplacement verticales dans le *Mastodon arvernensis*. M. Gastaldi, devenu récemment possesseur d'une portion de mandibule portant les première et deuxième mâchelières de lait inférieures, a bien voulu, à ma prière, pratiquer dans l'os de cette mâchoire, sous la deuxième de lait, une ouverture qui lui permît de vérifier s'il existait un germe de prémolaire ou dent de remplacement. L'exploration minutieuse à laquelle il s'est livré ne lui a laissé apercevoir aucun vestige d'évolution dentaire quelconque entre les racines bien développées et parfaitement intactes de la deuxième mâchelière de lait. Notons encore que la détrition de cette dent est autant et plus avancée que celle des dents homologues du *M. angustidens*, sous lesquelles nous avons constamment observé les germes bien développés des prémolaires. Sa couronne est également beaucoup plus usée que celle de la deuxième de lait implantée dans le maxillaire d'Auvergne (*M. arvernensis*) sur lequel MM. Croizet, Laurillard et Falconer avaient cru apercevoir les restes de l'alvéole d'une prémolaire verticale.

3° L'extension d'habitat de l'*Elephas meridionalis* vers l'extrémité orientale de la Russie d'Europe et jusque dans la Sibérie, que j'ai mentionnée avec réserve, peut encore s'appuyer sur l'observation d'un nouveau fragment de molaire appartenant certainement à cette espèce, et que M. Ravergie a reçue de Saint-Pétersbourg avec un envoi de minéraux. Ce morceau est incrusté du même *minerai de fer arénacé* et *ocreux* que Pallas a signalé comme caractérisant, sur les pentes de l'Oural, le gisement de la dent du Mastodonte (*M. Borsoni?*) dont il a été plusieurs fois question dans le cours de cette note. Ainsi, il y a tout lieu de présumer que là, comme dans l'Europe méridionale, ces deux grandes espèces de proboscidiens ont vécu contemporainement pendant la période pliocène.

M. Ch. Laurent, vice-secrétaire, fait la communication suivante :

*Note géologique sur la ligne du chemin de fer de Madrid à Alicante,* par M. Ch. Laurent (Pl. XVI).

Nous avons été chargé par la compagnie du chemin de fer de Madrid à Alicante, pendant le mois de novembre dernier, d'explorer les terrains traversés par cette longue ligne et d'y désigner les emplacements où des tentatives de sondages pourraient être faites avec quelques chances de succès pour l'obtention des eaux nécessaires à l'exploitation de ce chemin.

Sur un profil de la ligne (Pl. XVI. fig. 1), nous avons indiqué à la surface le résultat de nos observations et au-dessous l'allure hypothétique des terrains inférieurs. On comprend combien cette dernière partie peut présenter d'erreurs dans un pays qui a été soumis à autant de bouleversements géologiques que la Péninsule espagnole, et où les études partielles sont encore trop peu nombreuses pour former une série de faits qui puissent permettre d'établir par leur ensemble des hypothèses ayant des raisons suffisantes d'admissibilité. Sous ce point de vue, cependant, Madrid possède un homme jouissant en France d'une grande réputation comme géologue, M. Casiano de Prado ; aussi, avons-nous exprimé le désir que notre travail fût soumis à ce savant, ne doutant pas que par sa longue expérience et son savoir il puisse y apporter des modifications importantes qui le rapprochent plus près de la vérité.

Nous avons figuré l'affleurement des granites à l'extrémité d'une ligne prolongée dans la direction générale du chemin de fer du sud-est au nord-ouest et passant près de l'Escurial, situé comme on le sait au pied de la chaîne du Guadarrama. Ce couvent se trouve placé sur le granite à peu de distance de la lisière des terrains tertiaires et à 913 mètres d'altitude. Le terrain tertiaire est recouvert sur cette lisière jusqu'au delà de Madrid par un *diluvium* très puissant fourni par la chaîne du Guadarrama et que l'on retrouve sur tous les sommets qui supportent ou avoisinent Madrid, ainsi que dans toutes les dépressions. M. Casiano de Prado, dans sa belle carte géologique de la province de Madrid, figure ce diluvium comme formant une bande de 25 à 30 kilomètres de large ; il est coupé, ainsi que les terrains lacustres miocènes qui le supportent, par le Manzanarès qui y fait à Madrid une coupure profonde. Un coup d'œil jeté sur le panorama des environs de cette ville suffit pour démontrer la puissance des érosions qui ont sillonné ce sol ; d'énormes mamelons, dont les couches

horizontales miocènes sont toutes situées aux mêmes hauteurs, sont restés comme témoins de l'ancienne surface du plateau dénudé. M. Casiano de Prado estime qu'il manque encore environ 140 mètres pour restituer au terrain tertiaire son niveau primitif, lesquels joints aux 200 mètres du puits foré à Madrid donnent 340 mètres d'épaisseur déjà connue, et on sait que ce puits était encore dans ce terrain et que rien ne faisait préjuger l'approche de la base. D'un autre côté MM. de Verneuil et de Lorière, en 1853, ont mesuré l'altitude de quelques-uns des sommets de ces témoins situés près du plateau qui des environs de Guadalajara s'élève graduellement au nord-est où il atteint 1090 mètres. L'un de ces témoins, la Muelo de Alarilla, a 973 mètres. On voit donc que de ce côté le terrain miocène a une altitude encore plus élevée qu'aux environs de l'Escurial; les couches étant horizontales on peut se faire une idée de l'énorme puissance de ce terrain.

Si l'on suit la ligne du chemin de fer, voici ce que l'on observe :

En quittant Madrid, lehm et diluvium couronnant tous les mamelons;

Dans les tranchées qui précèdent la descente au Manzanarès, marnes bleues et gypse en couches minces et horizontales.

En remontant la rampe vers Gétafe, les marnes, de bleues qu'elles étaient, deviennent rougeâtres et les gypses se trouvent en rognons suivis, formant presque des bancs continus.

A gauche du chemin de fer, la colline qui supporte le couvent de Los Angeles et domine la plaine est entièrement composée de marnes colorées en vert et en rouge lie de vin, entrecoupées de gypse impur.

En quittant la station de Gétafe, se trouvent des exploitations de gypse dont les couches sont un peu ondulées, mais sans direction régulière et leur ensemble restant dans l'horizontalité.

Entre Pinto et Valdemoro les mêmes couches ondulées se continuent et vont jusqu'à Ciempozuelos, où on entre dans des successions de collines dont les sommets sont recouverts par le lehm reposant sur les couches marneuses et gypseuses, présentant toujours entre elles une horizontalité parfaite et une concordance exacte dans leur succession. Ces collines s'éloignent à droite et à gauche de la ligne, laissant entre elles une large vallée qui aboutit à celle du Tage dans laquelle ou entre un peu avant d'arriver à Ciempozuelos.

Cette grande et belle vallée du Tage se compose dans sa partie haute d'un lehm argileux présentant souvent une épaisseur de plusieurs mètres. Le rio Taguna est creusé dans ce lehm, tandis

que le Tage, bien que présentant souvent sur ses rives le même terrain, est plus particulièrement creusé dans son ancienne et puissante alluvion, formée de cailloux roulés qui semblent être descendus, avec une assez grande violence, en s'étendant sur une grande largeur. On aperçoit dans le lointain le lit du Tage se rapprocher des collines gypseuses formant de hautes falaises sur son cours. C'est très probablement à cette cause qu'est due la différence de qualité entre ses eaux comparées à celles du Taguna qui, coulant dans un lit composé d'une sol anciennement remanié, est déjà privé d'une grande partie des matières salines.

Peu après Aranjuez on retrouve les mêmes collines de marnes gypseuses, mais avant d'arriver à Villa Sequilla le sol mamelonné que traverse le chemin de fer semble appartenir au remaniement des matières arrachées aux collines supérieures; il est composé le plus généralement d'une pâte argileuse, avec cailloux roulés. A 1 kilomètre de cette station on commence à apercevoir distinctement, derrière les petits mamelons dont nous venons de parler et sur la gauche du chemin de fer, deux plateaux successifs et de hauteur différente, formant deux falaises bien tranchées qui semblent être la fin du haut plateau tertiaire non entamé dans cette partie. Ces plateaux sont ceux d'Ocaña et de la Guardia. Sur la droite de la ligne le terrain est légèrement ondulé et ne présente aucun trait saillant jusqu'aux monts de Tolède, où il se relève insensiblement ainsi que l'indiquent les rivières.

A Huerta, une espèce de petit ruisseau à lit sableux et presque sans eau suit à peu près complétement la ligne du chemin de fer, en s'élevant jusqu'au haut de la rampe qui monte à Tembleque. Ce ruisseau est formé par l'égoût des mamelons détritiques au milieu desquels passe le chemin de fer, et l'eau que l'on recueille dans des puits au lieu dit Dos Bocas est une des plus pures de la ligne. On aperçoit toujours au loin sur la gauche les plateaux gypseux, tandis que sur la droite aux montagnes granitiques des monts Tolède succèdent avec leurs formes abruptes les montagnes siluriennes qui terminent cette chaîne.

La base des collines qui précèdent Tembleque est fortement colorée en rouge violacé et rappelle la coloration semblable que nous avons déjà vue au pied de la colline qui porte le couvent de Los Angeles près Madrid. Ces deux points sont à peu près à la même altitude. Avant la station, les tranchées parallèles à la voie et ayant fourni les emprunts continuent à indiquer la présence des marnes gypseuses. Enfin, à la station, les emprunts indiquent le dépôt d'un lehm puissant qui recouvre une partie de la plaine.

Les collines forment toujours à gauche de longues falaises qui se rapprochent un peu de la ligne. La ville de Tembleque est bâtie au pied d'un de ces mamelons allongés ayant leur grand axe dans la direction des falaises et leur servant en quelque sorte de contreforts. La base de ces falaises prend une teinte blanchâtre qui se reproduit dans les mamelons que l'on rencontre en sortant de la plaine de Tembleque. Ce terrain blanchâtre est souvent coloré par des calcaires rouges formés par des infiltrations siliceuses dans des marnes de cette couleur. Des blocs dénudés et assez forts sont quelquefois déposés à la surface du sol, et apparaissent surtout en grand nombre à la partie supérieure des collines qui se trouvent à droite de la ligne. Dans des tranchées assez profondes qui précèdent Villacaña on voit briller des cristaux de gypse, et un peu plus loin dans les emprunts ce sol se colore en rouge vif, mais cette coloration ne dure pas. Passé cette station les collines s'éloignent, une plaine assez vaste se présente avec des terrains blanchâtres assez déliquescents et argileux jusqu'à Quero, où dans la tranchée on aperçoit une zone assez épaisse de cailloux roulés, de calcaires siliceux, puis des bancs d'un calcaire tendre blanchâtre assez continus. Un vaste étang près de Quero contient une eau fortement salée qui semble annoncer l'approche des marnes irisées, qui se montrent bientôt dans le fond des tranchées du chemin de fer. La plaine est couverte çà et là de calcaires isolés que l'on ne saurait rapporter au muschelkalk dont ils ont souvent les teintes et l'apparence, la position géologique qu'ils occupent excluant une semblable opinion.

M. de Verneuil nous ayant fait observer qu'en Espagne le terrain triasique ne se rapportait pas complétement au type allemand et que souvent le muschelkalk occupait différentes positions anormales dans les marnes irisées, il devient probable que ces calcaires appartiennent réellement au trias.

Ici se termine cet immense bassin tertiaire, formé dans un lac d'eau douce porté en masse à l'énorme hauteur qu'il occupe aujourd'hui pour former un des plus hauts plateaux du continent européen.

Nous voyons par ce qui précède que la composition minéralogique de ce terrain exclut assez généralement la possibilité qu'il puisse renfermer des eaux assez pures pour être employées aux usages des chemins de fer. La cuvette qui le contient se compose des granites de la chaîne de Guadarrama et des monts Tolède, des terrains siluriens, triasiques et crétacés ; il est assez difficile de reconnaître quelles sont la disposition et l'étendue probable que

chacun d'eux vient occuper au fond de cette cuvette. Les marnes irisées, enveloppe la plus ordinaire des gypses et des sels gemme, semblent se révéler par l'émission de sources salées dans les environs d'Aranjuez et ailleurs. Si l'on examine en outre la disposition physique de ce plateau placé à une grande hauteur au-dessus du niveau de la mer, on reconnaît que, bien que ses bords soient souvent assez élevés, si l'on choisit un des points les plus bas figurés sur la coupe Aranjuez, par exemple, le Tage, avant d'arriver à Tolède, passe dans une coupure du granite, et que cette échancrure à la cuvette est nécessairement située au-dessous du sol d'Aranjuez. Sur la coupe ci-jointe, une ligne ponctuée indique la hauteur approximative à laquelle le granite se montre au jour, lorsque l'on descend cette rivière d'Aranjuez à Tolède. On ne peut donc espérer obtenir de bonnes eaux qu'à la partie supérieure du sol, lorsque celui-ci est recouvert par un diluvium puissant et étendu propre à emmagasiner en quantité suffisante les eaux qui tombent superficiellement. Le sondage de Madrid, au point de vue géologique, eût eu un résultat très intéressant, s'il eût été continué jusqu'à la base des terrains tertiaires ; il eût fait connaître d'une manière certaine l'ordre des différents étages qui composent les terrains miocènes de ce bassin.

La liaison qui existe entre le bassin de la Nouvelle-Castille et celui de la Manche est interrompue sur la ligne du chemin de fer par les marnes irisées et les grès du keuper qui arrivent au sol à Alcazar.

L'importance de cette station, l'énorme difficulté de s'y procurer en quantité des eaux bonnes et un peu abondantes, ont déjà donné lieu à des tentatives dans ce sens. Un forage a été pratiqué par la compagnie jusqu'à 105 mètres dans la gare même et ne donne pas d'eau ; il est arrêté à cette profondeur dans le nouveau grès rouge. Ce grès se présente à la surface du sol sur une assez grande étendue. Si l'on se dirige d'Alcazar vers Campo de Criptana, au lieu où la compagnie fait creuser un puits près d'un autre communal donnant de bonnes eaux, on semble descendre un peu dans l'échelle géologique, après avoir suivi un chemin où les marnes irisées sont au sol. Le grès reparaît au bas de la colline ; la partie supérieure est argileuse et bigarrée. A 6 mètres de profondeur, il devient un peu moins siliceux, mais cependant est encore loin de présenter les caractères de celui dans lequel on a creusé, à la station d'Alcazar, la fosse pour la grande plaque tournante. Celui-ci est à éléments siliceux réunis par un ciment assez lâche, contient des paillettes de mica, et est souvent taché

en noir par du manganèse probablement. Il y a donc à penser que l'on se rapproche de la partie inférieure du grès bigarré ou d'un grès ayant une certaine analogie avec le grès des Vosges.

Nous avons cherché à reconnaître sur quelle roche reposaient ces grès, en remontant dans la direction des terrains dévonien et silurien, signalés à l'extrémité de la sierra de Tolède.

Voici la coupe que nous avons rencontrée en nous dirigeant d'Alcazar aux collines de Puerto Lapiche, près Herencia. Un simple croquis fait mieux comprendre qu'une description l'ordre successif des superpositions, pl. XVI, fig. 2.

A. Terrain argileux récent supportant une plaine marécageuse.
B. Terrain tertiaire avec cristaux lenticulaires de gypse.
C. Marnes irisées.
D. Grès rouge du keuper.
E. Grès rouge à gros éléments et à galets.
F. Inconnu qui pourrait être le terrain houiller, mais il n'existe pas aux affleurements; en le mentionnant ici, c'est plutôt l'expression du désir de son existence qu'une hypothèse justifiée par le moindre indice.
G. Quartzites d'un blanc rosé en masse fendillée.

On voit donc qu'un sondage à Alcazar a deux buts : l'un qui présente assez de chance pour la rencontre d'eaux de bonne qualité dans le grès inférieur ou à la jonction avec les quartzites qui affleurent à une assez grande élévation ; l'autre la recherche d'un inconnu qui pourrait être le terrain houiller?

Le sondage d'Alcazar doit aller peut-être à 200 ou 300 mètres pour atteindre la base du grès ?

Après la station d'Alcazar on entre dans la grande plaine de la Manche qui se continue avec de faibles ondulations jusqu'à Chinchilla. Le fond est généralement un calcaire blanchâtre accompagné de marnes et sur lequel se trouve un terrain détritique, espèce de diluvium souvent assez puissant.

Ainsi, la grande plaine où coule le Zangara, et qui s'élève jusqu'à Socuellamos, est presque jusqu'à cette station recouverte de ces dépôts; un coup de sonde à Zancara les traversant aurait quelque chance de succès à peu de profondeur et donnerait probablement des eaux jaillissantes.

Nous passons rapidement sur tout l'espace qui sépare Socuellamos d'Albacète, le terrain présentant sur tout ce parcours une uniformité complète. Ce sont toujours des calcaires blanchâtres, quelquefois assez siliceux et alternant avec des marnes, le tout recouvert par place d'un lehm assez puissant, mais en arrivant

vers Albacète les calcaires et les marnes se relèvent, présentent quelques lambeaux isolés, soit dans la plaine, soit coupés par le chemin de fer, et qui font voir un terrain présentant des alternances d'un calcaire souvent pénétré de silice alternant avec de puissantes assises de conglomérats formés de sables, de graviers, de cailloux roulés souvent très peu liés par un ciment calcaire. Des assises plus ou moins marneuses et argileuses colorées en rouge séparent ces alternances successives, que nous croyons assez épaisses sous le sol de la Manche.

Quelques belles sources surgissent au-dessus d'Albacète de terrains semblables. Leur disposition dans le voisinage de la gare et en se dirigeant vers Chinchilla nous semblant très favorable nous avait engagé à conseiller au chemin de fer un sondage dans la gare même. Nous avions la conviction qu'on obtiendrait des eaux à peu de profondeur, et que s'il en était ainsi on pourrait répéter l'opération sur d'autres points de la ligne. Albacète, pour la ligne du chemin de fer, est le point le plus favorable; aussi le désignons-nous comme pouvant donner des eaux même jaillissantes, quoique ce point soit encore très élevé par rapport au niveau de ce plateau qui s'abaisse vers le Jucar.

Nous indiquons (fig. 3, pl. XVI) une coupe prise dans la tranchée du chemin de fer immédiatement à la sortie de la gare, en se dirigeant vers Alicante.

A. Tuf sableux jaunâtre mélangé de plaquettes et de nodules calcaires.
B. Tuf jaunâtre avec calcaire plus ou moins friable.
C. Sable jaunâtre avec beaucoup de gravier et poches formées dans le tuf par des courants assez rapides.
D. Tuf rougeâtre argileux.
E. Tuf rosâtre très sablonneux, surtout vers la base.
F. Sables et graviers légèrement agglutinés.

Nous espérions que ces successions perméables et imperméables se continueraient dans le sol et donneraient des eaux abondantes; mais nous ne supposions pas qu'elles pussent dépasser 40 mètres de puissance. Nous considérions ces terrains comme le simple résultat de la désagrégation des roches quaternaires qui composent les collines dont l'une d'elles porte le château et la ville de Chinchilla.

Un sondage dont nous donnons la coupe (fig. 6, pl. XVI) a été commencé le 15 décembre; le 3 février suivant, il était terminé et amenait des eaux jaillissantes au jour. Les premières eaux ascen-

dantes se sont rencontrées à 53 mètres, et les premières eaux jaillissantes à 86 mètres. Ces eaux sont de bonne qualité et sont rangées parmi les meilleures de la ligne. On a traversé les couches suivantes :

1. Remblais.
2. Argile sableuse.
3. Sable argileux.
4. Argile sableuse.
5. Argile jaune avec rognons calcaires.
6. Argile jaune veinée de blanc.
7. Argile rouge.
8. Argile jaune sableuse.
9. Plaquettes de grès calcaire.
10. Argile jaune.
11. Calcaire terreux.
12. Argile sableuse et marneuse jaunâtre.
13. Argile rouge et sableuse.
14. Sable rouge argileux.
15. Plaquettes de grès rouge.
16. Sable rouge fin argileux.
17. Argile rouge sableuse.
18. Argile rouge avec plaquettes de grès rouge calcaire.
19. Argile rouge sableuse.
20. Argile jaune sableuse.
21. Argile avec plaquettes de grès rouge.
22. Sable argileux.
23. Calcaire très tendre.
24. Sable argileux.
25. Plaquettes de grès.
26. Sable grossier argileux.
27. Plaquettes de grès rouge.
28. Sable argileux avec gravier et gros galets.
29. Plaquettes de grès rouge tendre.
30. Argile rouge sableuse.
31. Plaquettes de grès tendre.
32. Sable légèrement argileux.
33. Poudingue de sable et de galets.
34. Sable argileux avec gravier.
35. Sable argileux avec plaquettes.
36. Sable peu argileux.
37. Sables et graviers.
38. Sables et gravier argileux.
39. Poudingue à gros éléments.
40. Argiles sableux avec galets.

Au-dessus d'Albacète et au-dessous du château de Chinchilla, les marnes irisées apparaissent dans les tranchées du chemin de

fer ; il est donc probable qu'elles règnent dans cette direction sous tout le plateau de la Manche depuis les environs d'Alcazar.

Le château de Chinchilla se trouve placé sur le dernier mamelon d'une chaîne qui semble barrer une partie de la plaine vers l'est. Nous donnons (fig. 4, pl. XVI) une coupe qui fait voir la succession des terrains qui composent ces montagnes, et indiquent peut-être un des points les plus intérieurs de l'Espagne où la mer ait séjourné.

A. Plaquettes d'un calcaire siliceux quelquefois rosâtre.
B. Calcaire marin souvent désagrégé dans ses assises inférieures et formant des grottes vermiculées d'un fort bel effet.
C. Sables analogues à ceux de Fontainebleau, quelquefois agglutinés de manière à former des grès véritables, et dans leur masse des concrétions globuleuses isolées ou groupées.
D. Calcaire semblable à celui des environs d'Albacète.
E. Sable quartzeux, assez pur, souvent ferrugineux et présentant dans ses agglutinations du grès siliceux ayant l'aspect du *roussard* des environs du Mans.

Ces couches sont sensiblement horizontales et présentent une hauteur presque abrupte de 150 mètres au-dessus du chemin de fer, tandis que quelques petits mamelons, qui surgissent dans la plaine et traversés par le chemin de fer non loin de la station, présentent des calcaires inclinés sous un angle de 30 à 35 degrés. Ces différences dans les allures du sol, à des distances aussi rapprochées, semblent indiquer des soulèvements bien limités dans leurs effets ou de grands effets de dénudation.

Après la station de Chinchilla, les marnes irisées se recouvrent d'une succession de sables plus ou moins argileux, mélangés de cailloux roulés, fragmentaires ou concrétionnés. La coloration arrive quelquefois jusqu'au rouge vif.

De Villars à Alpera, des calcaires tertiaires ou le lehm reposent directement et avec peu d'épaisseur sur la craie qui affleure au sol en quelques endroits. Sans toutefois être bien caractérisée, on la devine plutôt qu'on ne la voit, à l'absorption prompte des eaux dans toutes les flaques produites par les emprunts. Aux approches d'Alpera, bien que le terrain se colore fortement, il conserve son apparence détritique, et jamais le keuper n'est franchement accusé ; ce n'est qu'un peu avant la station qu'il se montre dans une magnifique coupure avec ses couches redressées à 50 degrés environ, et ses colorations variant du rose tendre au rouge vif et du bleuâtre au bleu foncé.

D'Alpera à Almansa, le terrain détritique recommence, tou-

jours coloré en rouge souvent assez foncé ; çà et là des tranchées du chemin de fer ont coupé des mamelons calcaires ayant un pendage prononcé vers l'ouest.

A Almansa, près du dépôt des machines, nous retrouvons, plongeant également vers l'ouest, des terrains semblables à ceux d'Albacète, tandis que derrière le village, le keuper surgit, montrant ses gypses colorés au milieu desquels un lambeau de muschelkalk avec quelques fossiles s'élève présentant ses couches redressées à 90 degrés, et ayant servi souvent, par leur position naturelle, à former une partie du muraillage du château.

D'Almansa à Caudete, on descend entre deux séries de collines mamelonnées offrant beaucoup d'analogie avec le terrain de la Manche. Dans la plaine, et surtout vers l'embranchement de Valence, le lehm prend une grande puissance. Ce terrain se prolonge entre Caudete et Villena, et les eaux recueillies à ce point lui doivent leur bonne qualité. Malheureusement la plaine s'abaisse fortement sur la droite du chemin de fer, et l'essai d'un coup de sonde de peu de profondeur n'aurait chance de succès que vers la partie basse. Sax, Monovar, Novelda, Agoste, sont sur le keuper fortement tourmenté en tous sens, percé par des calcaires qui pourraient bien être, comme à Almansa, le muschelkalk, et couronnés vers le littoral par des calcaires pliocènes qui, comme à Agoste, peuvent donner de bonnes eaux, lorsqu'ils s'étendent sur une certaine surface formant un plateau incliné et cultivé.

De San-Vicente à Alicante on n'aperçoit plus les marnes irisées ; elles quittent le littoral, et le chemin de fer est peut-être sur le point où ce terrain s'avance le plus vers la mer.

La description géologique détaillée des environs d'Alicante serait longue, difficile et inutile au sujet qui nous occupe. La recherche des eaux dans le sol qui avoisine cette ville dans un rayon de 15 kilomètres environ nous semble une opération impossible. Toutes les couches miocènes qui forment le littoral sont redressées presque verticalement et plongent le plus souvent vers la mer. Elles reçoivent en stratification discordante des calcaires pliocènes qui couronnent toutes les hauteurs, ont peu d'étendue, sont dénudés et ne peuvent, comme le petit vallon d'Agoste, donner lieu à aucune source.

Quelques travertins modernes surgissent çà et là dans la plaine comme témoignage d'anciennes sources qui ont dû disparaître depuis les temps historiques et ont aujourd'hui leur écoulement dans la mer. La meilleure preuve de l'impossibilité de se procurer

des eaux dans l'avoisinage d'Alicante est démontrée pratiquement par l'énorme perméabilité du sol. Après des pluies abondantes et prolongées, les eaux disparaissent presque subitement de toutes les dépressions dans lesquelles elles eussent pu se rassembler au moins momentanément.

Une coupe partant des montagnes les plus voisines d'Alicante, et se dirigeant vers cette ville (fig. 5, pl. XVI), donne une idée de la disposition des différentes couches qui composent le sous-sol.

A. Calcaire marin quaternaire.
B. Brèche calcaire couronnant tous les palliers situés au-dessous de la crête de la montagne Noire. Cette brèche est formée des débris de la montagne même, liés par un ciment calcaire endurci. De gros blocs gisent sur ces différents gradins.
C. Calcaire marneux jaunâtre, quelquefois schisteux et bleuâtre.
D. Roches que nous croyons métamorphiques. Nous n'avons pu y rencontrer de fossiles; elles sont relevées presque verticalement. Elles sont formées d'un calcaire gris noir fort dur.

En résumé, sur toute cette longue ligne de Madrid à Alicante, 460 kilomètres, nous n'avons pu conseiller qu'un forage à Albacète, un à Zancara et un autre à Alcazar. Nous pensions que si le sondage d'Albacète confirmait les idées que nous avions admises sur la composition du sous-sol de cette plaine de la Manche, il ouvrirait à la sonde cette belle province, dont une grande partie se trouve située dans des conditions plus favorables que la ligne même par son altitude moins élevée. Aujourd'hui c'est un fait accompli, le sondage d'Albacète a donné d'une profondeur de 87 mètres seulement des eaux jaillissantes. Ce résultat, suffisant pour les besoins du chemin de fer, n'est pas le dernier mot de la question, puisque toute la série de ces terrains supérieurs ne paraît pas être traversée et que l'on est en droit d'espérer des eaux et plus jaillissantes et plus abondantes à mesure que l'on se rapprochera de la base de ces formations. C'est une question qui se trouvera prochainement éclairée par les travaux que M. de Salamanca se dispose à ouvrir dans ses vastes propriétés des environs d'Albacète.

M. de Verneuil, à l'occasion de la communication de M. Laurent, émet des doutes sur la présence du terrain houiller dans la sierra d'Alcazar.

M. de Verneuil communique ensuite une esquisse géologique d'une partie des provinces basques de l'Espagne.

## *Séance du 4 avril 1859.*

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

Eugène-Jacob DE CORDEMOY, docteur en médecine, demeurant à Saint-Benoît (île de la Réunion), actuellement à Paris, rue de la Reynie, 19 ;

JAUBERT, chef de section des études du chemin de fer d'Italie, à Solliès-Pont (Var), présenté par MM. E. Bayle et Paul Michelot ;

Frédérick RICARDO, banquier, rue de la Chaussée-d'Antin, 44, à Paris, présenté par MM. Charles d'Orbigny et Albert Gaudry ;

ROLLET (Victor), professeur de mathématiques à Besançon (Doubs), présenté par MM. Coquand et Paul Michelot ;

SÉJOURNANT, pharmacien à Châteauvilain (Haute-Marne), présenté par MM. E. Perron et A. Étallon.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. G. Cotteau, *Notice bibliographique. — Synopsis des Échinides fossiles*, par M. E. Desor (extr. de la *Revue et magasin de zoologie*, 1859, n° 2), in-8, 11 p.

De la part de MM. Cotteau et Triger, *Échinides du département de la Sarthe*, in-8, 3e livraison.

De la part de M. H. Crosse :

1° *Observations sur le genre* Cone, etc., in-8, 32 p., 1 pl.;

2° *Note sur le genre* Dibaphus *et description d'une nouvelle espèce de* Capulus, in-8, 6 p., 1 pl.;

3° *Notice sur les* Bulimes *de la Nouvelle-Calédonie*, etc., 7 p., 1 pl.

(Ces trois brochures extraites de la *Revue et magasin de zoologie*, années 1854 et 1855.)

De la part de M. A. Étallon, *Description des crustacés fossiles de la Haute-Saône et du haut Jura* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XVI, p. 169, séance du 20 décembre 1858), in-8, p. 169 à 204, 4 pl.

De la part de M. Alphonse Favre, *Mémoire sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie* (extr. du t. XV des *Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*), in-4, 92 p., 3 pl. de coupes. Genève, 1859; chez Jules Gme Fick.

De la part de M. Ed. Hébert :

1° *Sur la constitution géologique et sur la classification des terrains paléozoïques de l'Ardenne française et du Hainaut*;

2° *Note sur le lias inférieur des Ardennes, suivie de remarques sur les Gryphées du lias*;

3° *Note sur la craie glauconieuse à* Ammonites varians, etc.;

4° *Note sur les caractères paléontologiques de la craie de Meudon*, etc.

(Ces quatre notes extraites du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XII, XIII, XIV et XVI.)

De la part de M. J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Des races humaines, ou éléments d'ethnographie*, 4e édition, in-12, 127 p. Paris, 1859; chez Lacroix et Baudry.

De la part de M. Alb. Parolini, *Sulla suspensione temporanea del corso dell' Oliero avvenuta nel gennaio*, 1858 (extr. dal vol. III, ser. III degli *Atti dell' Istituto veneto di scienze*, etc.), in-8, 4 p.

De la part de M. J.-B. Greppin, *Observations géologiques sur le Jura bernois* (extr. du *Procès-verbal de la Société helvétique des sciences naturelles.....*), in-8, 12 p.

De la part de MM. F.-B. Meek and F.-D. Hayden, *Geological explorations in Kansas territory* (from the *Proc. of the Ac. of nat. Sc. of Philadelphia*, jan. 1859), in-8, p. 8 à 30.

*Comptes rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences*, 1859, 2e semestre, t. XLVIII, nos 12 et 13.

*Société impériale et centrale d'agriculture. — Bulletin des séances*, 2e série, t. XIV, no 1.

*L'Institut*, nos 1316 et 1317, 1859.

*Société impériale d'agriculture, sciences et arts de l'arrondissement de Valenciennes*, janvier et février 1859.

*The Athenæum*, nos 1639 et 1640, 1859.

*Neues Jahrbuch*, de Leonhard et Bronn, janvier 1859.

*Mittheilungen aus Justus Perthes' geograph. Anstalt*, par le Dr A. Petermann, 1859, n° 11.

*Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales*, t. IX, n° 3, mars 1859.

M. Michelin remet pour les collections de la Société un dossier de lettres autographes.

Il offre ensuite pour les membres de la Société : 1° Quinze notices rédigées par lui sur le genre *Mellita* (Clypéastroïde) ; 2° Quinze notices sur une nouvelle espèce d'Ovule fossile par M. Duclos.

M. Hébert présente un mémoire imprimé de M. Favre sur le lias et le trias des Alpes.

M. Barrande désirerait qu'on fît connaître à la Société les principaux résultats du travail de M. Favre.

M. Hébert répond qu'il vient de recevoir ce Mémoire, et qu'il se chargera d'autant plus volontiers d'en présenter une analyse à la séance prochaine, que les résultats auxquels est arrivé M. Favre lui paraissent avoir une haute importance.

M. Scipion Gras constate que M. Favre ne conteste pas les alternances des couches anthracifères avec les calcaires à Bélemnites ; il ne peut admettre que la présence du gypse et de la dolomie soient caractéristiques du trias, et proteste contre les conclusions de M. Favre.

M. Triger rappelle qu'il a déjà expliqué par des plissements, ainsi que le fait M. Favre dans son mémoire, les alternances qui sont l'objet du débat.

M. Delanoüe dit que la cargneule est un accident épigénique qui ne peut fournir de caractères pour fixer l'âge d'un terrain.

M. Cotteau présente un mémoire manuscrit de M. de Fromentel sur les spongiaires fossiles. Ce mémoire est renvoyé à l'examen de la Commission du *Bulletin*.

M. le Président lit une lettre du Congrès des délégués des Sociétés savantes, invitant les membres de la Société géologique à prendre part à ses travaux.

M. Daubrée fait à la Société la communication suivante :

*Mémoire sur la relation des sources thermales de Plombières avec les filons métallifères, et sur la formation contemporaine des zéolithes*, par M. Daubrée (Pl. XVII).

*Intérêt que présentent les réactions produites par les sources thermales.* — On a pensé que la formation de la plupart des gîtes métallifères et plusieurs phénomènes du métamorphisme pouvaient être dus à l'action d'eaux thermales et minéralisées. Des expériences synthétiques s'accordent avec cette induction. Aussi le gisement des sources thermales, leur relation avec les dislocations du sol, la nature des dépôts qu'elles peuvent produire à la surface et dans la profondeur, enfin les actions chimiques qu'elles exercent parfois sur les roches voisines présentent au géologue un sujet d'étude qui mérite une attention toute particulière.

Les observations qu'on peut faire sur les sources thermales actuelles ne nous apprennent qu'une partie bien incomplète des circonstances qu'il nous importerait de connaître. Il faudrait au moins pénétrer le long des canaux par lesquels s'élèvent les sources thermales, jusqu'à la profondeur à laquelle les mines s'enfoncent dans les filons métallifères. Nul doute qu'on ne fît ainsi des observations précieuses. Mais il est peu probable qu'on trouve de longtemps l'occasion de poursuivre une exploration de ce genre : ce n'est qu'à grands frais et qu'avec de grandes difficultés qu'on peut travailler en présence d'eaux abondantes, chaudes, souvent chargées de gaz irrespirable, et il est toujours dangereux de s'exposer à tarir un agent puissant pour la médecine, et, pour la contrée, une cause de richesse et de prospérité.

J'ai dirigé depuis deux ans, à Plombières, avec la collaboration de M. l'ingénieur Jutier, des travaux de captage et d'aménagement ; et, sans descendre très profondément, nous avons rencontré des faits nouveaux et intéressants. Je vais les signaler, en les rapprochant d'autres observations toutes les fois que cela sera nécessaire.

*Structure géologique de la région de Plombières.* — Un plateau de grès bigarré borde vers l'ouest la région granitique des Vosges méridionales, depuis les environs de Remiremont jusqu'au delà de Darney, sur une largeur d'environ 50 kilomètres. Il est découpé par des vallées profondes, au fond desquelles vient

pointer le granite (1). Plombières est situé dans l'une de ces longues déchirures.

Aux environs de Plombières, le grès bigarré du plateau est séparé du granite par un poudingue quartzeux très grossier, qui paraît le représentant du grès des Vosges. Le fond de la vallée est entaillé dans un granite porphyroïde, quelquefois parsemé d'amphibole. Cette variété de granite forme une partie de la chaîne des Vosges.

*Position des sources thermales.* — C'est de cette roche que sortent les sources thermales. La température des plus chaudes dépasse 70 degrés centigrades; elles jaillissent du fond même de la vallée, à proximité du thalweg.

D'autres sources beaucoup moins chaudes, dont la température est de 15 à 32 degrés, sont connues vulgairement dans le pays sous le nom de *savonneuses;* elles se montrent sur les deux flancs de la vallée. Leur niveau d'émergence ne dépasse jamais de plus de 15 mètres celui des premières sources.

Toutes les sources utilisées sont comprises dans une zone d'environ 220 mètres de longueur sur 70 de largeur.

Elles ne contiennent qu'une faible quantité de matières salines (pas plus de 0gr,03 par litre), parmi lesquelles prédomine le silicate de potasse.

*Sources froides.* — De volumineuses sources froides (température d'environ 9 degrés) paraissent à un niveau encore un peu plus élevé que les sources tièdes, mais leur gisement est tout différent. Elles sortent vers la limite du granite et des terrains stratifiés. Une partie des eaux qui peut traverser le plateau du grès bigarré s'écoule par les fissures du grès bigarré inférieur et du grès des Vosges. Quelques-unes descendent plus bas, parce qu'elles s'infiltrent dans des amas superficiels de blocs, dont les plus apparents sont connus dans la localité sous le nom de *meurgers*.

*Travaux des Romains pour le captage des sources.* — Les Romains ont exécuté des travaux considérables et habilement combinés pour l'aménagement des sources de Plombières. Ils ont isolé, autant qu'ils l'ont pu, les sources thermales du thalweg des infiltrations froides, en reportant la rivière sur la gauche de la vallée. A cet effet, ils lui ont construit un nouveau lit formé de béton et garni

(1) Les pointements granitiques du fond des vallées du grès bigarré ont été depuis longtemps signalés par M. Élie de Beaumont, et étudiés dans leur disposition par M. de Billy et M. Hogard.

de pierres de taille; puis ils ont étendu sur une partie du fond de la vallée même une couche épaisse de béton. Des canaux ménagés dans l'intérieur de cette masse de maçonnerie recueillaient l'eau minérale et l'amenaient aux piscines. Ces diverses constructions sont enfoncées profondément, et depuis un temps immémorial, sous le pavé de la ville; elles sont en partie recouvertes de diverses bâtisses. Aussi en ignorait-on la disposition et même l'existence dans la plus grande partie de leur étendue. Nous les avons retrouvées, quand nous avons excavé profondément le sol pour les travaux de captage et d'aménagement des sources.

*Travaux récemment exécutés.* — Un aqueduc souterrain a été établi, de manière à aller chercher les sources les plus chaudes et les plus abondantes, au niveau le plus bas possible. Ce même aqueduc est en outre destiné à assurer la conservation des sources et à recevoir les tuyaux qui les conduisent aux établissements.

Un autre travail tout à fait distinct du premier a été dirigé sur les sources tièdes des versants de la vallée; c'est une galerie souterraine à travers le granite, qui est également destinée à recueillir ces sources plus pures et plus abondantes.

Je vais maintenant signaler certains faits que ces observations ont révélés. Bien qu'ils résultent de l'action des sources thermales, ils se rapportent à deux sujets distincts.

## PREMIÈRE PARTIE. — *Relation des sources thermales de Plombières avec les filons métallifères de la contrée.*

*Les sources auxquelles les dépôts métallifères paraissent devoir leur origine sont en général taries.* — Des sources thermales ont, selon toute vraisemblance, apporté les minerais métalliques dans la plupart des filons. M. Élie de Beaumont, conduit par de profondes analogies, et M. le professeur Bischof, ont mis en lumière ce fait, confirmé par les expériences synthétiques de M. de Sénarmont. Mais, en général, ces anciennes sources sont aujourd'hui taries, soit qu'elles aient obstrué leurs canaux par leurs propres incrustations, soit que de nouvelles dislocations du sol aient arrêté leur cours, soit enfin par l'effet d'un refroidissement plus avancé. Quelle que soit la cause de leur disparition, il n'existe plus guère de contrées où des affleurements de dépôts métallifères laissent encore jaillir des sources thermales en pleine activité.

Il est cependant des localités où les deux phénomènes coexistent encore aujourd'hui. Avant de montrer cette coïncidence dans la région de Plombières, je rappellerai quelques exemples du même genre qui ont déjà été signalés.

*Exemples de contrées où les deux phénomènes coexistent.* — Les sources thermales de Bade, Wildbad et Liebenzell, situées dans le nord de la Forêt-Noire, sortent d'une région qui est traversée par des filons de fer, et M. le professeur Walchner a cherché à montrer qu'il y avait connexion entre ces deux ordres de faits (1). Dans la même chaîne, à Badenweiler, une source avec une température de 26 degrés sort à quelques mètres d'un filon de quartz et de plomb sulfuré. Dans quelques points du plateau granitique de la France centrale, on observe une relation du même genre. Dans le département de la Haute-Loire, M. Grüner a montré que les failles par où jaillissent plusieurs des sources thermales appartiennent au même groupe que les filons de quartz et de baryte sulfatée. Les sources de Sail-sous-Couzan sortent même d'un filon plombeux et barytique, et, au lieu d'eaux métallifères qui ont probablement longtemps parcouru cette large fente, il ne sort plus qu'une eau alcalino-saline à peine tiède, fortement chargée d'acide carbonique (2). C'est ainsi que les sources thermales de Sylvanès, dans l'Aveyron, se montrent dans le voisinage immédiat de filons de cuivre gris (3). Une disposition semblable a été également observée à Courmayeur et à Servoz dans les Alpes de la Savoie. En perçant une galerie dans le filon d'argent de Churprinz près Freyberg en 1821, on a découvert une source volumineuse dont la température excède 26° cent. (4).

Aux environs de Carlsbad et de Marienbad, en Bohême, les sources thermales et les sources gazeuses sont en relation non moins directe avec les filons de quartz, de fer oligiste et d'oxyde de manganèse qui sillonnent la contrée. Ce rapport a été mis en

---

(1) *Darstellung der geologischen Verhältnisse der am Nordrande des Schwarzwaldes Mineralquellen.*

(2) Grüner, *Description géologique du département de la Loire*, p. 723 et 728.

(3) Parran, *Formations secondaires des environs de Saint-Affrique* (*Annales des mines*, 3e série, t. X, p. 95).

(4) Reich, *Beobachtungen uber die Temperatur des Gesteins*, 1834, p. 153.

évidence dans les excellentes descriptions que l'on possède de ces localités (1).

En Toscane, il se dégage encore des filons d'antimoine de Pereta et de Selvena des mofettes sulfureuses qui déposent journellement du soufre et forment du gypse comme M. Coquand l'a signalé (2). Des sources thermales jaillissent du même système de dislocation à la Tolfa, dans les États romains, à côté de filons de galène et de gîtes d'alunite. La source thermale acidule de Hamman-Rhira, près Milianah, dans la province d'Alger, sort, d'après M. l'ingénieur Ville, d'un filon de cuivre pyriteux; ce filon est lui-même très récent, puisqu'il traverse le terrain tertiaire moyen, comme d'autres filons de cuivre de la contrée (3).

Les observations qui suivent vont faire connaître de nouveaux exemples de ce genre; elles serviront à confirmer, à préciser et à étendre les résultats déjà connus et peut-être à montrer la signification géologique de ces faits.

*Position relative des sources thermales et des filons quartzeux ou métallifères. — Divers dépôts en rapport avec ces filons s'élèvent jusque dans les terrains stratifiés.*

*Groupe des filons de la région des sources savonneuses formées de quartz et de spath fluor.* — De nombreux filons coupent le flanc gauche de la vallée de Plombières dans la région d'où jaillissent les principales sources tièdes ou *savonneuses*. Le percement de la galerie des sources tièdes et la tranchée qui vient d'être faite pour la rectification de la route impériale de Metz à Besançon ont fait reconnaître la disposition de ces filons beaucoup mieux qu'il n'était possible de le faire jusqu'alors.

Les filons de cette région que l'on nomme ordinairement la Côte de la Gendarmerie se composent principalement de quartz et de spath fluor.

Le quartz y est plus ordinairement amorphe, de couleur rose

---

(1) Elles sont dues à MM. de Hof, de Warnsdorf, Kersten et Hochstetter : *Jahrbuch für Mineralogie*, 1844, p. 426 ; 1845, p. 647 ; 1846, p. 385 ; — et *Sitzungsbericht der k. k. Academie der Wissenschaften zu Wien*, t. XX, p. 13.

(2) Coquand, *Des solfatares, des alunières et des lagoni de la Toscane* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. VI, p. 91).

(3) Ville, *Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger*, p. 193.

ou rouge, et appartient à la variété connue sous le nom de jaspe. Au milieu du jaspe paraissent beaucoup de veines et de géodes de quartz hyalin incolore ; rarement ces cristaux prennent la couleur améthyste. Du fer oligiste en paillettes et de la pyrite de fer en très petits grains sont accidentellement mélangés au jaspe. La baryte sulfatée y est très rare.

Le spath fluor est en masses lamellaires; sa couleur varie du vert au violet dans le même échantillon et passe souvent à un gris violacé. Sa structure rubanée parallèlement aux parois des filons est évidemment un produit de concrétions superposées. Dans beaucoup de géodes, le spath fluor a cristallisé sous forme de cubes volumineux qui sont souvent recouverts d'une couche extrêmement mince de quartz en petits cristaux, à peu près comme dans les gisements du Derbyshire. Quelquefois aussi les cristaux ont la forme de cubes tronqués sur les arêtes (et accidentellement de dodécaèdres rhomboïdaux) ; dans ce dernier cas, leur surface est rugueuse et comme corrodée. On peut encore remarquer que le spath fluor des filons de Plombières est généralement d'une extrême fragilité.

Au milieu des masses foncées de spath fluor, l'œil est attiré par une substance d'un blanc de neige, d'abord molle et translucide, mais qui devient opaque par la dessiccation ; elle forme des veines de 2 à 3 centimètres d'épaisseur. Cette substance, connue sous le nom de *savon minéral*, a été analysée d'abord par M. Berthier, plus tard par MM. Henry et Lhéritier, et par M. Nicklès ; c'est un hydrosilicate d'alumine de l'espèce halloysite. Elle a la plus grande ressemblance avec la nontronite et les halloysites des arkoses de la France centrale qui sont souvent associées, comme celles de Plombières, au jaspe et au spath fluor (1).

Certains filons sont presque exclusivement formés de spath fluor; dans d'autres, le quartz prédomine.

Le granite qui encaisse les filons présente deux modifications différentes et qui cependant paraissent en relation l'une avec l'autre. Tantôt il est incohérent et sableux, comme dans beaucoup de points de la contrée ; tantôt il a été imprégné de la manière la plus intime des éléments des filons. Le quartz et le spath fluor y forment un plexus de veines et de nombreux rognons, comme si les matières du filon s'étaient extravasées dans la roche voisine qu'un état de décomposition avait rendu plus propre à les ab-

(1) M. Berthier et M. Dufrénoy ont fait connaître un certain nombre de ces silicates (*Annales des mines*, 3e série, t. III, p. 393).

sorber. Cette roche a ainsi acquis une extrême dureté, et ressemble beaucoup à certaines variétés d'arkose silicifiée.

*Antériorité du jaspe par rapport au spath fluor dans ces filons.* — On peut voir divers petits filons de jaspe coupés nettement par des veines de spath fluor (fig. 1, pl. XVII). Le jaspe est donc antérieur au spath fluor. Ce qui confirme cette succession, c'est l'ordre dans lequel se sont déposées symétriquement ces deux substances, à partir des parois, lorsqu'elles se trouvent associées dans le même filon (fig. 2). Toutefois, l'enduit quartzeux que présente la surface même des cristaux de spath fluor montre qu'il s'est précipité encore du quartz depuis le dépôt du spath fluor.

Quant à l'halloysite qui remplit des fissures du spath fluor, elle forme le dépôt le plus moderne de ces filons. Les sources thermales l'apportent même journellement encore. Comme les silicates restés en dissolution dans l'eau thermale elle-même, elle n'est sans doute qu'un produit de la décomposition des masses silicatées qui s'opère dans la profondeur.

*Filons de fer oligiste du voisinage.* — Le réseau des filons au milieu desquels jaillissent les sources thermales de Plombières s'étend vers l'est de la ville. A moins de 300 mètres de ceux que nous venons de signaler, au bord de l'Eaugronne et le long de la promenade des Dames, ainsi qu'auprès de la Fabrique, on peut observer beaucoup de petits filons. Ceux-ci diffèrent minéralogiquement de ceux de la côte de la Gendarmerie ; ils consistent principalement en fer oligiste cristallin, dolomie, chaux carbonatée cristallisée ; le quartz y est rare. De telles différences de composition se présentent souvent dans les filons d'un même groupe ; certains d'entre eux qui renferment simultanément le spath fluor, le jaspe et le fer oligiste servent de liaison entre les types extrêmes.

*Des sources thermales jaillissent des filons mêmes. Exemples de cette association.* — C'est précisément des filons de spath fluor et de quartz dont il vient d'être question que jaillissent les principales sources tièdes de la rive gauche. La source tiède la plus remarquable, qui est connue sous le nom de la source Simon, jaillit au milieu d'un réseau de filons de spath fluor, comme le représente la fig. 3, pl. XVII. Le filon principal, qui a 20 à 30 centimètres d'épaisseur, se dirige E. 30° S. à O. 30° N., et plonge de 25 vers N. 30° E. La même substance a en outre pénétré dans d'innombrables fissures du granite, de sorte que les fragments détachés de cette roche sont souvent enduits de spath fluor sur toutes leurs faces ; c'est comme une espèce de *stockwerk* de spath fluor. Les principales veines se dirigent parallèlement

au filon principal; beaucoup d'autres ont la même direction, mais plongent de 65 degrés dans le même sens. Les grands cristaux de feldspath qui rendent le granite porphyroïde sont souvent si nettement coupés par ces veines de spath fluor que les deux parties du même cristal qui sont situées de chaque côté de la veine peuvent se raccorder exactement.

La source savonneuse dite de Luxeuil, située à 35 mètres au nord-est de la source Simon, sort de veines de même nature, mais moins développées que les filons de la source Simon. Un troisième filon, situé à 20 mètres au sud-ouest du filon de la source Simon, donnait issue à deux sources situées dans le jardin de la Préfecture. Ces sources sont taries depuis qu'une galerie a été percée à un niveau plus bas; mais les cinq sources que cette galerie a rencontrées jaillissent également d'un groupe de petits filons de quartz et de spath fluor, et le long de plusieurs d'entre eux. La fig. 4, pl. XVII, représente cette association remarquable, telle qu'on pouvait l'observer dans la tranchée de la route, c'est-à-dire à un niveau supérieur d'environ 10 mètres à celui de la galerie. Sur moins de 40 mètres, il y a six filons; deux d'entre eux sont juxtaposés. Les filons sont plus nombreux encore dans la galerie. Ce rapprochement établit comme une filiation immédiate entre les sources thermales actuelles et les filons métallifères (1).

*Les actions chimiques qui ont rempli les filons se sont étendues dans les couches de grès et jusque sur le plateau.* — Les actions chimiques, qui ont autrefois produit le remplissage des filons de la vallée de Plombières, n'ont pas été limitées à la roche granitique. Sur divers points, le poudingue du grès des Vosges en présente la preuve. Les galets de cette roche sont cimentés en effet par du jaspe rouge et du quartz hyalin souvent cristallisé; le spath fluor et la baryte sulfatée s'y rencontrent aussi, mais rarement et en faible quantité. En même temps que le poudingue a été profondément imprégné de silice, les galets de quartzite dont il est formé, malgré leur compacité primitive, ont aussi été sensiblement modifiés; ils sont devenus fragiles; leur cassure est comme vitrifiée.

A un niveau plus élevé encore et jusqu'à la surface du plateau, le grès bigarré lui-même renferme des veines de quartz cristallisé qui représentent l'épanouissement supérieur du même dépôt. Au lieu d'être massives, les couches du grès bigarré sont souvent bri-

(1) Les sources du thalweg dont le point d'émergence n'est pas masqué par l'alluvion sortent des fissures du granite.

sées en menus fragments, et les nombreux débris dans lesquels il a été concassé sont réagglutinés par une multitude de veines de quartz cristallisé.

Les indices de l'action d'anciennes eaux thermales dans le plateau de grès bigarré ne sont d'ailleurs pas restreints à la contrée de Plombières. Ainsi, aux environs d'Aillevillers (Haute-Saône) qui est à 11 kilomètres de Plombières, mais qui est sur le prolongement de la même ligne de fracture, le grès bigarré présente des caractères tout particuliers. Au lieu d'être coloré en rouge ou en jaune par les oxydes de fer, comme il l'est en général en Alsace ou en Lorraine, il est tout à fait blanc. Les fissures très nombreuses qui le traversent en tous sens sont enduites d'oxyde de manganèse, et souvent aussi de quartz cristallisé à Plombières.

Dans beaucoup d'autres points de la contrée, le grès des Vosges, près de son contact avec le granite, présente des masses de jaspe et de quartz cristallisé semblables à celles que nous venons de signaler. Les environs de Plombières montrent d'autres exemples de ce fait près de la Feuillée et au pied du château de Montaigut.

On a cherché à expliquer cette modification du grès des Vosges par un ramollissement qu'il aurait éprouvé sous l'action calorifique du granite. Les faits démontrent au contraire avec évidence que nulle part la chaleur n'a, à beaucoup près, été suffisante pour vitrifier du quartz. Il y a eu simple silicification par voie chimique, comme dans un grand nombre d'autres localités. D'ailleurs cette silicification paraît liée à la formation des filons du voisinage, comme si les eaux qui déposaient du spath fluor et du quartz dans les fissures du granite s'étaient élevées jusqu'aux couches de grès bigarré superposées à cette roche, et comme si cette nappe thermale, très étendue dans certaines directions, avait formé aussi d'abondants dépôts dans ces couches (1).

L'extrême irrégularité avec laquelle la silice a pénétré du granite dans le grès des Vosges s'explique facilement de cette manière. On voit encore pourquoi, suivant une remarque de M. de Billy (2), cette transformation a eu lieu seulement dans les régions du grès des Vosges qui sont recouvertes par le grès bigarré, c'est-à-dire dans les portions qui sont restées à un niveau peu élevé.

---

(1) Si la précipitation de la silice s'est faite avec une abondance particulière dans le grès des Vosges, on peut l'attribuer à la perméabilité de cette roche qui aujourd'hui encore est un réservoir de sources; peut-être aussi à ce que cette dernière roche, moins chaude que le granite inférieur, refroidissait plus vite les dissolutions siliceuses.

(2) *Esquisse sur la géologie du département des Vosges*, page 25.

*Liaison des dépôts des terrains stratifiés aux filons, comme dans la France centrale.* — Ces faits rappellent ceux qu'on a observés en Bourgogne, notamment aux environs d'Avallon. Les filons qui à Plombières coupent le granite forment, pour ainsi dire, le tronc des ramifications qui se sont étendues jusque dans les couches superposées à cette roche, comme le montre la figure 5. Il y a ici un ensemble de faits semblables au fond à ceux qui ont produit le remplissage des filons; ils n'en diffèrent que par la forme.

Bien que les filons de Plombières aient été remplis quand le grès des Vosges et le grès bigarré étaient déjà déposés, ils ne passent pas, sous forme même de filons, dans cette dernière roche; il en est souvent de même dans les chaînes des Vosges et de la Forêt-Noire. Les failles qui ont précédé la formation des filons paraissent avoir rencontré des obstacles particuliers à leur prolongation régulière, en passant des roches anciennes aux terrains stratifiés.

*Source thermale de Chaude-Fontaine, commune de Dommartin.* — Une autre association entre des sources thermales et des dépôts métallifères, toute semblable à celle de Plombières, se montre à 15 kilomètres de cette localité. Il existe dans le hameau de Reherey, commune de Dommartin, une source thermale volumineuse, connue sous le nom de Chaude-Fontaine. Sa température est de 23°,5, bien qu'elle n'arrive à la surface du sol qu'à travers une couche de gravier, et après s'être mélangée à d'abondantes infiltrations d'eau froide. Il n'est donc pas douteux que son régime ne soit susceptible d'être amélioré par un travail de captage, et qu'on ne puisse l'utiliser plus tard au point de vue médical, si on le désire. La roche encaissante est un granite porphyroïde semblable à celui de Plombières.

*Son association à des filons de quartz et de fer oligiste.* — La source de Chaude- Fontaine émerge près d'un groupe de petits filons formés de quartz et de fer oligiste comme ceux de Plombières. Des travaux de recherches sur ce dernier minerai ont même été faits, il y a quelques années, à moins de 300 mètres au sud de la source. Au milieu du quartz on distingue des cavités tubulaires qui résultent de la dissolution de cristaux de baryte sulfatée. Le fer oligiste s'y montre souvent en beaux cristaux.

*Analogie entre Chaude-Fontaine et Plombières.* — Ainsi à Plombières comme à Chaude-Fontaine, des filons métallifères servent encore de canaux aux sources thermales actuelles. Celles-ci paraissent donc y former la dernière phase des phénomènes qui ont apporté les minéraux métalliques dans ces deux localités.

*Autres filons en relation avec ceux de Plombières et de Chaude-*

*Fontaine.* — D'autres filons de la contrée sont en relation avec ceux de Plombières et de Chaude-Fontaine.

*Filon de quartz de la vallée des Roches.* — Un puissant filon de quartz, situé dans la vallée des Roches au Val d'Ajol, est bien connu par plusieurs descriptions (1). Il se compose de quartz de diverses variétés : compacte, hyalin et améthyste. Il est parfois entremêlé de fer oligiste, plus rarement de spath fluor et de baryte sulfatée. Le quartz renferme des cavités qui résultent de la disparition de cristaux de spath fluor. Les cavités avaient la forme de cube, mais elles sont souvent déformées, comme si le quartz avait été encore mou, lorsque les cristaux ont disparu. On remarque aussi des empreintes de cristaux de baryte sulfatée qui ont également été détruits.

La silice n'a pas seulement rempli le filon ; elle a pénétré dans la masse du grès rouge voisin qu'elle a transformé, particulièrement près d'Hérival.

*Filon de quartz et de fer oligiste de la Poirie.* — Des filons quartzeux moins puissants que ceux du Val d'Ajol, mais de même nature, ont aussi été signalés depuis longtemps par M. Puton, à la Poirie, près de Remiremont, et à 3 kilomètres seulement de Chaude-Fontaine. Ils renferment également de la baryte sulfatée, du fer oligiste, du spath fluor (2). Les couches du grès rouge que coupent ces filons ont été imprégnées des mêmes minéraux, tout à fait comme auprès d'Hérival. Ces filons présentent dans leurs détails un autre trait de ressemblance avec ceux de la vallés des Roches ; ils renferment comme ceux-ci des empreintes cubiques résultant de la disparition de cristaux de spath fluor (3).

*Relation de ces différents gîtes entre eux par leur composition et leur alignement.* — Les filons de Plombières, du Val d'Ajol, de la Poirie et de Chaude-Fontaine présentent, il est vrai, dans leur composition, quelques différences ; mais elles sont légères et tout à fait du même ordre que celles que l'on remarque souvent dans l'étendue d'un seul et même filon ; il existe d'ailleurs de nombreuses transitions entre eux. Malgré leurs différences, tous ces gîtes appartiennent très vraisemblablement à une même formation.

---

(1) Hogard, *Esquisse géologique du val d'Ajol.* — Puton, *Du métamorphisme dans les Vosges*, page 7 et suivantes.

(2) Puton, Mémoire cité plus haut, page 9.

(3) Delesse, *Notice sur les caractères de l'arkose dans les Vosges* (*Bibliothèque de Genève*, 1848).

D'ailleurs, la liaison d'origine des filons qui nous occupent se manifeste aussi par des similitudes de directions. Le filon de quartz de la vallée des Roches affleure sur 2500 mètres de longueur avec une direction E. 35° N.-O. 35° S. (1). Il est donc parallèle à la direction moyenne de la vallée de Plombières et aux filons de cette vallée, qui en est distante seulement de 4 kilomètres. En outre, la direction de ce premier filon suffisamment prolongée passe par les roches silicifiées d'Hérival, et, à 10 kilomètres plus loin, va précisément rencontrer les dépôts de la Poirie. J'ajouterai que le même alignement se continue au delà de la vallée de la Poirie ; il forme précisément l'axe de la vallée du Bouchot sur 6 kilomètres de longueur. Cette ligne est parallèle au système de la Côte-d'Or, dont il existe de nombreux indices dans cette région.

*Lien entre les phénomènes thermaux de Plombières et Chaude-Fontaine.* — La ligne de fracture que nous venons de reconnaître sur 24 kilomètres de longueur est jalonnée sur une partie de son étendue par les dépôts de la vallée des Roches, d'Hérival et de la Poirie; elle se lie donc à la fois aux filons de Plombières et à ceux de Chaude-Fontaine, comme le montre le diagramme de la figure 6, et constitue un nouveau trait d'union entre les phénomènes thermaux de ces deux localités.

### *Rapports de succession des sources thermales antérieures et actuelles.*

*Deux périodes à distinguer dans le régime des sources thermales de la contrée.* — Nous venons de voir que les sources thermales de Plombières et de Chaude-Fontaine jaillissent au milieu de filons formés de quartz, de spath fluor et de fer oligiste qui se relient à des filons voisins, tels que celui de la vallée des Roches, ainsi qu'à des dépôts des mêmes minéraux qui ont pénétré dans les terrains stratifiés.

Ces anciens dépôts étant eux-mêmes, selon toute vraisemblance, le produit de l'action d'eaux minérales, nous devons reconnaître deux périodes distinctes dans le régime des sources thermales de la contrée.

*La première période est postérieure au trias.* — La première période est évidemment plus récente que le grès rouge, le grès

(1) D'après les observations de M. de Billy (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 19 mai 1856).

des Vosges et même le grès bigarré. Mais les terrains plus modernes que le trias n'existant pas dans le pays, on manque de repère pour en apprécier l'âge avec plus d'approximation. Il serait très-possible que ces filons, comme ceux de la Bourgogne avec lesquels ils présentent tant d'analogies, fussent postérieurs à la période jurassique. Rien même ne prouve qu'ils ne se soient pas continués pendant l'époque tertiaire ; car il existe sur le revers oriental des Vosges, aux environs de Lampertsloch, des dépôts formés aussi de fer oligiste, de quartz et de baryte sulfatée, qui se sont épanchés dans les terrains tertiaires miocènes ; ils sont contemporains des gîtes de bitume qui les avoisinent, comme je l'ai montré ailleurs (1).

*Changement dans le relief du sol qui a eu lieu entre les deux périodes.* — Quel que soit l'âge de la première période, elle a été séparée de la seconde par un changement dans le relief du sol. En effet, à Plombières par exemple, les dépôts siliceux du grès des Vosges, s'élevant à plus de 60 mètres au-dessus du fond de la vallée, n'ont pu être formés pendant la période actuelle. La vallée n'était pas alors échancrée profondément comme elle l'est aujourd'hui ; autrement, au lieu de s'élever ainsi, les eaux thermales se seraient nécessairement déversées à un niveau beaucoup moindre. C'est donc après le mouvement qui a imprimé au sol les derniers traits de son relief que les eaux minérales ont changé de régime ; leur disposition, et probablement aussi leur nature chimique et leur température ont été modifiées.

*L'intérieur des filons présente également des indices de ces deux periodes. Conglomérat.* — Les filons eux-mêmes présentent dans leur structure intérieure des indices d'un changement. Le granite, le quartz et le spath fluor y ont été concassés, faits qui ont appelé l'attention de M. Jutier. Les fragments de ces substances sont en partie arrondis comme s'ils avaient frotté les uns contre les autres. Parfois ce conglomérat est cimenté par de l'argile et des détritus pulvérisés. Souvent aussi il a été réagglutiné par de la chaux fluatée.

*Chaux fluatée déposée dans deux circonstances différentes.* — Or, dans le second dépôt, la chaux fluatée diffère complétement

---

(1) *Note sur une zone d'amas ferrugineux placés le long des failles, sur la limite du grès des Vosges* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. III, p. 469.) — *Mémoire sur le gisement du bitume, du sel et du lignite dans le terrain tertiaire de Bechelbronn et de Lobsaann* (*Ann. des mines*, 4e sér., t. XVI, p. 287).

par ses caractères physiques de celle qui avait primitivement rempli le filon; au lieu d'être massive et rubanée, elle est formée de cristaux microscopiques, à peine agrégés entre eux ; elle rappelle par sa structure certaines dolomies à la fois saccharoïdes et friables. Un tel contraste dans les caractères du spath fluor qui s'est déposé, *avant* et *après* le mouvement de l'intérieur des filons, correspond selon toute vraisemblance à un changement dans la composition des sources qui y affluaient.

*Les sources actuelles peuvent avoir déposé la chaux fluatée qui sert de ciment au conglomérat.* — Après avoir découvert la présence du fluorure de calcium dans les dépôts de Carlsbad, Berzélius a reconnu que ce sel est soluble dans l'eau alcaline. Ainsi les sources actuelles ont pu dissoudre du spath fluor sur quelques points des filons pour le précipiter ailleurs (1).

Ce qui confirme tout à fait cette supposition, c'est qu'au milieu des maçonneries romaines j'ai reconnu de la chaux fluatée en petits cristaux violets qui s'y est, par conséquent, déposée à une époque récente (2).

*Le changement dans les sources ne paraît pas résulter d'une dégradation lente.* — Le changement que nous reconnaissons s'être opéré dans les sources thermales de la contrée de Plombières n'a pas le caractère d'une transformation graduelle et lente, comme celle qui a pu résulter ailleurs de la simple action du temps. Ce changement paraît être plutôt la conséquence indirecte d'un mouvement qui aurait précédé l'ouverture des vallées jusqu'à leur profondeur actuelle. Les conglomérats produits dans l'intérieur des filons annoncent d'ailleurs que ce mouvement a aussi disloqué les canaux sur lesquels s'élevaient les eaux thermales. On peut même s'étonner que les canaux qui, dans un si grand nombre de conditions analogues ont été fermés, donnent encore, sur certains points, passage aux eaux chaudes de l'intérieur.

*La stabilité attribuée aux sources minérales et thermales n'est qu'apparente.* — Les faits que nous venons d'exposer montrent en quoi il conviendrait de modifier l'opinion généralement admise

---

(1) En effet, certains cristaux de spath fluor paraissent avoir été rongés par un liquide dissolvant, tandis que d'autres cristaux du même minéral, restés nets, ont été comme saupoudrés de cristaux microscopiques de quartz.

(2) Déjà la présence de fluorures dans l'eau thermale de Plombières a été reconnue chimiquement par MM. O. Henry et Lhéritier, et récemment confirmée par M. Nicklès.

sur la stabilité du régime des eaux thermales. Beaucoup d'entre elles, il est vrai, sont utilisées depuis l'antiquité sans qu'on ait constaté de changements bien sensibles dans leur composition ou leur température. Mais qu'est-ce que la durée de la tradition auprès de celle des périodes géologiques dont tant de phénomènes sont les *témoins* irrécusables?

*Analogie de composition des sources actuelles avec les dépôts des filons qui les ont précédées.* — Les sources thermales qui ont jailli à Plombières dans les deux périodes successives, malgré les différences évidentes que nous venons de reconnaître, présentent des analogies qui ne sont pas moins remarquables. Il en est deux que nous devons encore signaler :

1° Les sources actuelles contiennent encore des fluorures, et déposent de nos jours du spath fluor;

2° Elles renferment aussi du silicate alcalin en dissolution. Or mes expériences ont prouvé qu'une telle eau suréchauffée précipite du quartz cristallisé (1).

Ces traits de ressemblance expliquent comment les filons de Plombières formés de quartz et de spath fluor et l'énorme dépôt quartzeux de la vallée des Roches peuvent être par leur origine en relation très-intime avec les sources de l'époque actuelle.

DEUXIÈME PARTIE. — *Formation contemporaine des zéolithes par les eaux minérales de Plombières et analogie de leur disposition avec celles qui font partie de roches éruptives.*

L'origine des minéraux de la famille des zéolithes est d'un grand intérêt pour la géologie, car ils font partie essentielle de roches importantes, telles que les basaltes et les phonolithes. Aussi les circonstances dans lesquelles ces silicates hydratés ont pu prendre naissance et cristalliser ont été l'objet de nombreuses recherches.

Quoique les zéolithes soient souvent incorporées dans des roches qui sont incontestablement d'origine éruptive, l'étude de leur gisement a fait penser qu'elles ont été produites par voie aqueuse. Cependant, malgré les ingénieuses expériences dont on est redevable à M. Wœhler et à M. Bunsen, on n'était pas encore parvenu à imiter artificiellement ces silicates. Leur formation contempo-

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e sér., t. XV, p. 99. — *Annales des mines*, 5e série, t. XII, p. 298.

raine que j'ai reconnue à Plombières, jette, comme on va le voir, beaucoup de lumière sur l'origine de ces minéraux.

Je vais, en effet, montrer d'abord que des zéolithes se sont formées dans les maçonneries que les Romains ont construites à Plombières pour le captage et l'aménagement des sources thermales; en outre, que ces zéolithes, par tout l'ensemble de leur disposition et par leur relation avec la roche enveloppante artificielle, sont analogues à celles qui font partie essentielle ou accidentelle de diverses roches naturelles.

Déjà j'ai signalé, il y a près de deux ans, la formation de l'apophyllite et de l'hyalithe par les sources de Plombières; mais il s'agissait seulement de quelques faits qui n'avaient pas la généralité que j'ai pu leur reconnaître depuis lors.

### *Production des zéolithes et d'autres minéraux dans les maçonneries romaines.*

*Nature et disposition du béton.* — Le béton, que les Romains ont étendu à proximité des points d'émergence des sources thermales, est composé de fragments de briques et de grès bigarré, réunis par un ciment de chaux sans mélange de sable. Il s'étend sur plus de 100 mètres de longueur, avec une épaisseur qui, sur quelques points, atteint 3 mètres. Cette nappe de béton repose parfois sur le granite même; mais en général elle est séparée de la roche solide par du gravier d'alluvion. L'eau thermale qui jaillissait dans le gravier se trouvait emprisonnée sous le béton, et en sortait par des cheminées verticales en pierre de taille, dans lesquelles elle s'élevait pour s'écouler ensuite vers les piscines (fig. 7, pl. XVII). De cette manière, les infiltrations de la rivière qui coule dans la même nappe de gravier étaient isolées de l'eau thermale (1).

*Nouveaux minéraux formés dans la maçonnerie.* — Sous l'action prolongée de l'eau minérale qui pénètre continuellement dans le massif du béton, le ciment calcaire et les briques elles-mêmes ont

(1) Le granite que nos fouilles ont mis à nu sur quelques points présente des surfaces *moutonnées*, absolument comme celles que l'on connaît dans la partie supérieure de la vallée de la Moselle et d'autres régions des Vosges. Il est remarquable de rencontrer, sous une nappe d'eau très chaude et qui coule depuis une époque bien reculée, ces surfaces arrondies que beaucoup de géologues attribuent à une action glaciaire.

été en partie transformés. Les combinaisons nouvelles qui se sont produites se montrent surtout dans les cavités de la masse, où elles forment des enduits mamelonnés et quelquefois cristallisés. Les plus remarquables de ces produits par leur abondance sont des silicates de la famille des zéolithes, et notamment l'apophyllite, la chabasie et l'harmotôme.

*Apophyllite.* — Des géodes renfermées dans la partie calcaire sont intérieurement recouvertes de pointements en pyramide aiguë et à base carrée. L'analyse m'a montré que cette substance est un silicate hydraté de potasse et de chaux dans les proportions qui constituent l'apophyllite, minéral dont elle a d'ailleurs la forme cristalline. Chauffée dans un tube ouvert, elle donne même la réaction du fluor comme les apophyllites naturelles.

*Chabasie.* — Dans beaucoup de boursouflures des briques, il s'est déposé des cristaux incolores d'une limpidité parfaite, ayant la forme de rhomboèdres voisins du cube, comme la chabasie. De même que la plupart des cristaux de ce minéral, ils sont faiblement striés parallèlement aux arêtes; ils en présentent parfois aussi la mâcle habituelle. La mesure des angles des cristaux ne laisse aucun doute sur leur indentité avec ceux de la chabasie; les caractères chimiques sont tout semblables.

*Harmotôme.* — Certaines fissures du ciment calcaire renferment des cristaux parfaitement transparents et incolores; leur forme est celle d'un prisme carré surmonté d'un pointement pyramidal qui repose sur ses arêtes. Les angles, que M. de Sénarmont a bien voulu mesurer, sont identiques avec ceux de l'harmotôme (1). Cette troisième zéolithe est de *l'harmotôme* à base de chaux, dont les cristaux sont dépourvus de la mâcle ordinaire.

L'harmotôme accompagne la chabasie dans les briques de Plombières, absolument comme dans les trapps amygdaloïdes de la côte occidentale d'Islande où ils ont été étudiés par M. Descloiseaux (2).

*Autres zéolithes.* — Il s'est formé encore dans les mêmes conditions d'autres combinaisons de la famille des zéolithes, mais leur

---

(1) En faisant usage des notions de M. Miller on a pour les angles des normales :

$$g_1 \text{ sur } a = 60^\circ\ 21'$$
$$a \text{ sur } a' = 59^\circ\ 18'$$
$$a' \text{ sur } g_1' = 60^\circ\ 21'$$
$$g_1 \text{ sur } h_1 = 90.$$

(2) *Annales des mines*, 4e série, t. XII, p. 373.

détermination n'a pas encore été faite avec certitude, parce qu'il est très difficile de les isoler complétement des briques et du béton, et qu'on n'a pu en recueillir à l'état de pureté que des quantités insignifiantes pour l'analyse. Je ne les mentionne donc qu'avec réserve. Les cristaux de chabasie sont très fréquemment recouverts de petits globules hérissés de cristaux microscopiques qui ont tous les caractères de la variété de *gismondine*, à laquelle on a autrefois donné le nom d'abrazite et qui se trouve abondamment dans les boursouflures de la roche volcanique de Capo di Bove, près Rome. On rencontre plus rarement des cristaux en aiguilles qui ont l'aspect et les caractères chimiques de la *scolézite*. Souvent enfin la zéolithe étant amorphe n'est pas susceptible d'être exactement définie.

*Faible épaisseur de l'enduit cristallin des géodes.* — Les enduits de zéolithe cristallisés sont toujours très minces; leur épaisseur est inférieure à un millimètre.

*Silicate de chaux hydraté ou plombiérite.* — Dans des cavités situées à la partie inférieure de la couche de maçonnerie, et à proximité de points qui reçoivent un jet direct d'eau thermale, il se produit assez abondamment des dépôts gélatineux, transparents et incolores. En se desséchant à l'air libre, la substance devient, au bout de quelques heures, opaque et d'un blanc de neige. Sa surface mamelonnée, ses couches concentriques, sa cassure fibreuse rappellent tout à fait la structure de la calcédoine, de la malachite, de l'hématite brune et d'autres espèces minérales concrétionnées. Elle se fond facilement au chalumeau en bouillonnant; elle fait gelée avec les acides. Selon les conditions de température dans lesquelles on la place successivement, elle perd ou elle gagne de l'eau, et paraît présenter des propriétés hygroscopiques semblables à celles que M. Damour a étudiées dans les zéolithes (1).

L'analyse a montré que cette substance est un silicate de chaux hydraté, sans alcali, qui, après une dessiccation à 100 degrés, a été trouvé composé de :

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . | 40,6 |
| Chaux . . . . . | 34,1 |
| Alumine. . . . . | 1,3 |
| Eau avec traces d'acide carbonique. | 23,2 |
| | 99,2 |

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences* 11 mai 1857.

En faisant abstraction de l'alumine qui paraît y former un mélange accidentel, on est conduit à la formule très simple :

$$CaO.SiO^2+2HO.$$

Par ses proportions, cette substance diffère donc du silicate de chaux hydraté nommé okénite, qui a été rencontré dans les roches amygdaloïdes des îles Feroë, de l'Islande et du Groenland (1). Il constitue probablement une espèce nouvelle dont on pourrait peut-être rappeler l'origine par le nom de *plombiérite*. C'est comme de la wollastonite hydratée.

Divers autres minéraux se sont produits avec les zéolithes.

*Opale.* — L'*opale* mamelonnée translucide et incolore, appartenant à la variété nommée *hyalite*, accompagne quelquefois l'apophyllite; il serait impossible de la distinguer de celle des basaltes. On y trouve aussi l'opale commune avec la couleur grise et l'éclat résineux.

*Arragonite.* — Des cristaux d'*arragonite* en double pyramide à six pans et très aiguë rappellent particulièrement les échantillons des gîtes de fer de Framont et de certains basaltes (c'est la variété de forme nommée apotome par Haüy, avec le biseau $e^1$). Plus souvent l'arragonite est en cristaux aciculaires, incolores ou d'un vert tendre, qui forment de petites houppes à l'intérieur des géodes.

*Spath calcaire.* — Beaucoup de cavités contiennent aussi la chaux carbonatée rhomboédrique associée à la chabasie, comme dans les roches volcaniques de l'Islande. Elle se présente avec des formes variées.

Des cristaux rhomboédriques et d'un jaune orange, qu'on rencontre plus rarement, ne paraissent autres que du fer spathique.

*Chaux fluatée.* — Dans certains enduits blancs et quelquefois violacés, qui se sont précipités sur des fragments des roches du béton, j'ai reconnu de la chaux fluatée pulvérulente et formée de cristaux microscopiques. Elle est souvent avoisinée par l'apophyllite, qui elle-même renferme du fluor.

*Hydrocarbonate en lames nacrées.* — Enfin, parmi les cristaux

(1) La composition de ce dernier minéral est $CaO.\ 2SiO^2+2HO$. Quant au silicate dont MM. Rivot et Chatoney admettent l'existence dans les mortiers hydrauliques (*Annales des mines*, 5e sér., t. IX, p. 591), la composition qu'ils lui assignent est

$$2CaO.SiO^2+4HO.$$

rencontrés dans le béton calcaire, il en est une en lames blanches, d'un éclat nacré, de forme rhombe; ses angles plans, mesurés à la chambre claire, ont été trouvés de 127 et 62 degrés. Les cristaux ont deux axes optiques très rapprochés et situés dans un plan normal à celui des lames. Cette substance, qui par son aspect rappelle la stilbite, se dissout avec effervescence dans les acides, sans laisser de résidu de silice; elle est hydratée et infusible. C'est un hydrocarbonate de magnésie paraissant constituer une espèce nouvelle. L'analyse n'en a point encore été faite, faute d'une quantité suffisante de substance pure.

Parmi les produits des sources thermales actuelles, il faut encore rappeler l'halloysite qui a été déjà signalée plus haut comme un produit de décomposition apporté dans les filons.

*Les zéolithes se sont formées dans toute la nappe de béton.*— Les zéolithes ne sont pas exceptionnelles dans la couche de maçonnerie; elles se sont formées dans toutes les parties que l'eau chaude pourrait traverser. De très petites cavités ont été accessibles aux infiltrations et se sont tapissées de cristaux.

*Fragments de briques et de grès à enveloppe zéolithique.* — A part la présence des zéolithes, qui ont cristallisé dans les boursouflures, les fragments de briques et de tuiles qui font partie du béton romain ont souvent acquis un aspect tout particulier; elles diffèrent beaucoup des tuiles de la même époque que l'on peut observer en grand nombre dans les alluvions. Tandis que ces dernières sont ordinairement mal cuites et friables, les morceaux empâtés dans le béton sont très souvent durs, fort compactes, et d'une sonorité qui rappelle celle des phonolithes. Le marteau en détache des aiguilles minces et tranchantes.

Les morceaux de brique renfermés dans le béton ne sont pas d'ailleurs de nature uniforme. Non-seulement certains d'entre eux sont devenus plus compactes que d'autres; mais il n'est pas rare qu'un même échantillon conserve encore dans son intérieur la structure terreuse et friable de la brique inaltérée, tandis que la partie extérieure du fragment est devenue compacte et a pris en même temps une teinte d'un rouge plus foncé. Dans ce cas, quelque irrégulière que soit la forme du fragment, il a été transformé, à partir de sa surface, sur une épaisseur assez uniforme qui atteint souvent 5 millimètres, de sorte qu'il est encadré par des veinules concentriques à la surface, à la manière de certains rognons de jaspe. Cette dernière circonstance montre bien clairement que la compacité des fragments résulte d'une modification qu'ils ont subie

depuis qu'ils sont enveloppés dans le béton : c'est une sorte de métamorphisme.

Au point de vue chimique, le même fragment présente aussi des différences prononcées, selon qu'on l'examine dans son enveloppe extérieure ou dans sa partie centrale. La partie compacte renferme jusqu'à 10 p. 100 d'eau; aussi décrépite-t-elle violemment quand on la chauffe au rouge. La partie centrale et poreuse de la brique renferme beaucoup moins d'eau, 2 à 3 p. 100 au plus. Ces deux variétés de briques diffèrent également beaucoup par leur teneur en chaux ; l'action de l'acide chlorhydrique enlève à la première, à part une certaine quantité de fer et d'alumine, 6 à 8 p. 100 de chaux et 3 p. 100 de potasse. Ces deux bases forment tout au plus la moitié de cette proportion dans la brique poreuse. La brique est donc devenue compacte en s'imprégnant d'un silicate hydraté d'alumine de chaux et de potasse, paraissant appartenir à la famille des zéolithes. Le mélange intime de la substance à de la brique empêche d'arriver à des chiffres précis pour sa composition.

Dans des cas plus rares, la brique est encadrée par des veines d'une substance verte et compacte, où l'analyse indique la présence d'un silicate hydraté, renfermant du protoxyde de fer (2 p. 100); c'est donc une composition qui a de l'analogie avec celle de la chlorite ou terre verte.

Les fragments de grès lui-même ont souvent aussi une enveloppe zéolithique que l'on reconnaît à sa teinte foncée et à son éclat vitreux. Ce grès zéolithique ressemble extrêmement au grès de Wildenstein, en Vétéravie, qui a été modifié dans le voisinage du basalte, et qui s'est également imprégné de zéolithe, comme M. Delesse l'a montré (1).

L'aspect de ces sortes de brèches à enveloppe zéolithique est représenté par la figure 8.

*Analogie des conditions de gisement et de formation des zéolithes dans les constructions romaines de Plombières et dans les roches où elles se rencontrent habituellement.*

Avant de montrer la ressemblance des zéolithes de Plombières avec celles qui font essentiellement ou accidentellement partie

(1) *Annales des mines*, 5e série, t. XII, p. 148.

des roches, nous rappellerons les idées théoriques aujourd'hui admises sur la formation de ces minéraux.

*Théories émises sur la formation des zéolithes.* — On n'est pas encore fixé sur le mode de formation des zéolithes. En voyant ces silicates disséminés dans toute la pâte des roches volcaniques anciennes et dans les moindres cavités, on avait cru à une certaine époque qu'ils s'étaient formés par ségrégation dans la masse même de la roche, et qu'elles avaient pu retenir leur eau à de hautes températures sous l'influence de la pression. Plus tard, d'après de nombreuses observations dues à MM. Élie de Beaumont, Durocher, Bischof, Bunsen, Dana, Haidinger, Jackson et divers savants, on a été conduit à admettre que les zéolithes ont été déposées par des infiltrations qui auraient pénétré dans les roches, et qui tenaient en dissolution tous les éléments de ces silicates, silice, alumine, chaux et alcali. Cependant, dans les conditions ordinaires des laboratoires, on ne pouvait reproduire sous forme cristalline ces silicates hydratés ; aussi admettait-on qu'ils s'étaient formés à une température assez élevée et sous une pression qui ne permettait pas à leur eau de combinaison de se dégager. M. Wœhler avait même appuyé cette manière de voir par une expérience capitale. Il avait dissous et fait cristalliser l'apophyllite dans l'eau à 180 degrés et sous 10 atmosphères de pression. Il ne s'agissait, il est vrai, que d'une cristallisation ; mais la dissolution de la combinaison formée à l'avance paraissait permettre de conclure que de pareilles conditions de température et de pression étaient nécessaires pour la produire.

*Conditions dans lesquelles les zéolithes se forment à Plombières.* — Au lieu de conjectures plus ou moins fondées, nous possédons maintenant une démonstration, pour ainsi dire expérimentale, de la formation d'un grand nombre de zéolithes, et qui précise bien les circonstances du phénomène.

*L'eau thermale imbibe et traverse lentement la nappe de béton.* — Malgré sa dureté extrême, la maçonnerie romaine donne accès à l'eau thermale, tant par des fissures que par les cavités et les pores du mortier, et surtout par les innombrables boursouflures de toute dimension qui se sont produites dans les briques lors de leur cuisson. La nappe de béton est donc constamment imbibée. D'ailleurs, la pression des sources force l'eau à circuler lentement dans le massif de maçonnerie qui est ainsi non-seulement baigné, mais encore *traversé* par l'eau minérale.

*Importance d'un renouvellement continu dans divers phénomènes*

*géologiques.* — L'eau n'est donc pas stagnante ; il y a *courant* très lent, il est vrai, mais continu. Un renouvellement incessant permet à de l'eau qui ne renferme que des traces de matières salines d'accumuler des dépôts en quantité notable. Des actions très faibles se multiplient ainsi avec l'aide du temps. C'est une circonstance qui manque dans la plupart des expériences tentées jusqu'à présent pour imiter la nature, mais dont l'importance, comme application à divers phénomènes géologiques, sera facilement comprise.

A la faveur de l'alcali que cette eau renferme, elle réagit graduellement sur certaines des substances qu'elle traverse, et peut-être même sans qu'il y ait toujours véritable dissolution, mais par une sorte de cémentation, y engendre alors des silicates doubles hydratés qui appartiennent au groupe des zéolithes. La réunion de ces deux circonstances, circulation de l'eau et réaction chimique, sont les éléments de ces formations modernes.

*Température peu élevée suffisante pour la cristallisation des zéolithes.* — Pour que ces silicates se forment et cristallisent, il n'est pas besoin, à beaucoup près, d'une chaleur aussi élevée qu'on l'a supposé ; une température de 60 à 70 degrés suffit, au moins pour certains d'entre eux. Les zéolithes ont par conséquent pu souvent se produire dans les roches sous la simple pression atmosphérique et à la surface même du sol. Il est remarquable de voir ces silicates cristalliser très nettement, par voie aqueuse, à une température où ils sont réputés insolubles dans l'eau.

*Localisation des produits, selon leur composition.*—Sur des points très rapprochés les uns des autres, à quelques millimètres d'intervalle, on voit se former des produits différents, selon la nature de la pâte sur laquelle l'eau réagit. C'est ainsi que l'apophyllite, silicate qui renferme de la chaux, outre la potasse, s'est formée dans les cavités de la chaux. Je ne l'ai jamais rencontrée dans la brique ; au contraire, c'est presque exclusivement dans les cavités de la brique que l'on trouve la chabasie, silicate double d'alumine et de potasse.

*Les éléments des zéolithes n'étaient pas en totalité dissous dans l'eau.* — Une même dissolution, en attaquant des roches de diverses natures, y développe donc des combinaisons spéciales à chacune d'elles. Une localisation aussi prononcée de certaines zéolithes paraît montrer que leurs éléments n'étaient pas en totalité dissous dans l'eau qui imbibait le terrain. L'eau n'en apportait qu'une partie : les éléments complémentaires, chaux, alumine ou

autres, nécessaires à la constitution des nouveaux composés, étaient renfermés soit dans le mortier, soit dans les briques qui les ont cédés à l'eau.

Les nouvelles combinaisons se sont d'ailleurs fixées très près des points où elles ont pris naissance; elles diffèrent par ce caractère de la plupart des minéraux des filons métallifères dont tous les éléments sont souvent étrangers aux roches voisines des parois (1).

*Absence de zéolithes dans la nappe de gravier sur lequel s'étend le béton.* — Tandis que la couche de béton abonde en zéolithes, le gravier d'alluvion sur lequel on a étendu la maçonnerie ne présente aucun indice de la formation de ces silicates, bien que l'eau thermale traverse le dépôt de gravier avant d'arriver au béton. Elle se borne à déposer dans les interstices des galets une masse argileuse jaunâtre qui n'est autre qu'une variété d'halloysite. Ce contraste montre encore que les zéolithes ne sont pas un dépôt immédiat de l'eau thermale, mais qu'elles se produisent seulement par la réaction de cette eau minéralisée sur d'autres silicates.

*Analogie de la nature et de la disposition des minéraux rencontrés dans les maçonneries de Plombières et dans diverses roches éruptives.* — Le travail qui se produit à Plombières s'est accompli sur des proportions considérables dans certaines formations géologiques.

L'ensemble des minéraux disséminés dans les innombrables cellules de la maçonnerie, les zéolithes, l'opale, l'arragonite, constituent une association qui forme fréquemment l'apanage de certaines roches éruptives.

Il y a plus : toute la manière d'être de ces minéraux contemporains rappelle dans les moindres circonstances leur disposition dans les nappes de basalte et de trapp douées de la structure amygdaloïde. Si ce n'était la différence de couleur, il serait même très possible de confondre les parties de béton chargées de zéolithes avec des tufs basaltiques où se sont formés les mêmes minéraux ; les briques, avec leurs boursouflures et leurs druses, imitent d'une manière surprenante les roches amygdaloïdes.

*Analogie d'origine des minéraux des roches éruptives et de ceux des maçonneries de Plombières.* — Une telle identité dans les ré-

(1) A une température plus élevée, peut-être l'eau acquerrait-elle un plus fort pouvoir dissolvant, et serait-elle alors susceptible de déplacer plus notablement les zéolithes qui y prennent naissance.

sultats décèle incontestablement de grandes analogies d'origine.

Beaucoup de roches d'origine éruptive se sont, en effet, boursouflées dans la dernière période de leur refroidissement. Ces roches, ainsi que les brèches ou *tufs* dont elles sont accompagnées, ont reçu des infiltrations. L'eau pouvait provenir soit de vapeurs condensées, soit de sources ordinaires, soit enfin de l'action directe de nappes d'eau douce ou marine, sous lesquelles les roches ont dû quelquefois s'épancher. Dans ces deux derniers cas, en pénétrant dans l'intérieur de la roche avant qu'elle fût complétement refroidie, l'eau se trouvait nécessairement échauffée, et, en se mouvant lentement sur certains silicates, elle pouvait donc réagir comme dans les maçonneries de Plombières.

Il est d'ailleurs possible que l'eau pure suffise souvent pour produire des zéolithes. Les roches volcaniques renferment en effet déjà des alcalis parmi leurs bases. Échauffée en présence de certains de ces silicates, l'eau peut devenir bientôt minérale, comme M. Bunsen l'a reconnu pour la roche de l'Islande nommée palagonite (1). L'action énergique qu'exerce l'eau sur le verre à des températures élevées (2), en lui enlevant du silicate alcalin, appuie aussi cette dernière supposition.

*Analogie avec les basaltes et les phonolithes.* — Ce n'est pas seulement dans les cavités discernables de la maçonnerie qu'il s'est formé des combinaisons zéolithiques. Les briques en sont souvent pénétrées loin des boursouflures et dans leurs moindres pores, comme je l'ai dit précédemment. Leur constitution actuelle présente donc, au point de vue de la répartition des zéolithes dans la masse, une plus grande analogie avec celle des basaltes ou des phonolithes.

Ainsi l'opinion qui considère les roches à zéolithes comme résultant d'une modification de roches anhydres, telles que certaines espèces de dolérites et de trachytes, reçoit de ces faits une pleine confirmation (3). Ces différentes roches paraissent s'être transformées quand elles étaient déjà consolidées, de même que nos briques se sont imprégnées intimement de zéolithes.

---

(1) *Liebig, Annalen*, t. LXII, p. 48.

(2) *Annales des mines*, 5e sér., t. XII, p. 297.

(3) Cette opinion, soutenue très habilement par M. le professeur Bischof, puis par M. Volger, a été appuyée depuis par les intéressantes recherches de M. Jenzsch sur les phonolithes du Mittelgebirge. La roche originaire existerait encore aux environs de Nestowitz (*Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 1856, t. II).

En même temps, il s'est isolé souvent d'autres résidus de la décomposition de ces roches, tels que la terre verte, du quartz, des carbonates de chaux, de magnésie, de fer, c'est-à-dire les carbonates des bases qui étaient d'abord combinées à l'acide silicique. Des matières organiques se sont même souvent introduites dans la roche transformée : cette dernière circonstance a été l'un des arguments principaux de M. Bischof à l'appui de ses idées théoriques sur les basaltes (1).

*Transformation du verre en zéolithe par l'eau surréchauffée.* — Mes expériences fournissent un exemple remarquable de la transformation de silicates anhydres en silicates hydratés qui trouve ici sa place.

J'ai déjà fait connaître (2) que le verre, après avoir été soumis à l'action de l'eau surréchauffée, de 200 à 400 degrés, change complétement d'aspect, et abandonne un silicate alcalin, qui lui-même, en se décomposant dans de certaines conditions de température, peut produire du quartz cristallisé.

Le verre ainsi modifié a parfois une composition voisine de la wollastonite ; mais en général, si l'on opère à une température d'environ 200 degrés, le résidu de la décomposition du verre est un silicate *hydraté* qui contient encore une partie de l'alcali.

Comme dans le premier cas, le verre conserve d'ailleurs sa forme générale ; seulement il devient tout à fait opaque, d'un blanc de neige; il ressemblerait tout à fait à du kaolin, s'il n'avait une structure fibreuse très prononcée.

La simple comparaison des épaisseurs d'un tube de verre avant et après sa décomposition annonce que dans cette dernière action la substance s'est considérablement gonflée ; c'est ce que confirme l'examen des densités. Réduit en poudre fine, le verre modifié a, en effet, une densité de 2,49, c'est-à-dire très voisine de celle du verre ordinaire ; mais les fragments de la même substance, pris avec leur volume apparent, ont seulement une densité de 1,89. La substance est donc devenue poreuse dans l'acte de la cristallisation, et son volume apparent surpasse son volume réel du tiers de ce dernier.

Le verre modifié et hydraté dont nous nous occupons est facilement fusible ; il est attaqué par les acides, même à froid. L'attaque

---

(1) *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie*, t. II, p. 803.

(2) *Bull. de la Soc. géol. de France*. 2e sér., t. XV, p. 99, et *Annales des mines*, 5e sér., t. XII, p. 297.

est complète, ce qui prouve que toute la masse du verre a été transformée. Sa composition a été trouvée comme il suit, après un lavage à l'eau bouillante qui l'a séparé des parties solubles, et une dessiccation à 100 degrés :

| | |
|---|---|
| Silice | 64,5 |
| Chaux | 21,9 |
| Magnésie | 1,2 |
| Soude | 6,3 |
| Alumine | 1,4 |
| Eau | 4,2 |
| | 99,5 |

La composition du verre primitif a été trouvée :

| | |
|---|---|
| Silice | 68,4 |
| Chaux | 12,0 |
| Magnésie | 0,5 |
| Soude | 14,7 |
| Alumine | 4,9 |
| | 100,5 |

Pour mieux comparer la composition de ces deux silicates, on peut en rapporter les éléments à la même quantité de chaux :

| | Verre ordinaire. | Verre décomposé. |
|---|---|---|
| Chaux | 100,0 | 100,0 |
| Silice | 575,0 | 294,0 |
| Soude | 343,0 | 122,0 |
| Magnésie | 2,4 | 2,7 |
| Alumine | 40,0 | 6,1 |
| Eau | » | 195,0 |
| | 1060,4 | 719,8 |

En rapprochant ces deux séries de chiffres, on voit que le verre a perdu environ moitié de la silice et un tiers de l'alcali, et que le nouveau silicate a fixé de l'eau. La quantité d'eau indiquée par l'analyse des échantillons est sans doute inférieure à la quantité qui avait été fixée d'abord ; car le tube de fer ayant été mis à sec, la substance a été soumise, sous la simple pression atmosphérique, à une assez forte chaleur pour se déshydrater en partie. Quant à l'alumine, elle ne reste pas fixée, comme il arrive dans la décomposition ordinaire des silicates en présence des agents atmosphériques, d'après les belles recherches d'Ebelmen. A la

faveur de l'alcali, l'alumine est en partie entraînée à l'état de dissolution avec la silice.

Le silicate résultant de la transformation du verre a de l'analogie avec la pektolithe qui est aussi en cristaux ou en masses fibreuses.

Ainsi l'eau pure et convenablement suréchauffée peut transformer un silicate anhydre, tel que le verre, en un silicate hydraté, de nature zéolithique.

*Plusieurs modes de formation des zéolithes.* — En rapprochant ce dernier fait des résultats obtenus par M. Wœhler et M. Bunsen sur la formation des mêmes composés et de nos propres observations sur les réactions des maçonneries de Plombières, on est conduit à penser que les zéolithes peuvent avoir été produites de plusieurs manières dans les roches. La température à laquelle ces silicates hydratés se forment varie elle-même avec la nature des silicates anhydres qui leur donnent naissance.

*Zéolithes dans les terrains stratifiés.* — Les zéolithes ne sont pas nécessairement limitées aux roches éruptives ou aux filons. Depuis longtemps on connaît la mésotype et la stilbite dans les calcaires d'eau douce de l'Auvergne, et l'apophyllite a été signalée par M. Haidinger dans les calcaires fossilifères de l'Écosse (1).

D'après M. Sismonda, la chabasie s'est développée en rognons cristallins dans le grès tertiaire supérieur des environs de Crevacuore, dans le voisinage des mélaphyres (2).

Dans ces derniers temps, M. Delesse a constaté, par l'analyse, la présence de silicates hydratés de nature zéolithique, dans de nombreuses roches stratifiées qui ont été modifiées par des roches trappéennes (3). L'exemple de la maçonnerie de Plombières s'applique également à la production des zéolithes dans les terrains sédimentaires.

*Roches amygdaloïdes de diverses contrées.* — Il y aurait probablement lieu d'étendre également cette explication à certaines roches des environs du lac Supérieur, si connues par les richesses en cuivre qu'elles renferment et aux roches semblables de la Nouvelle-Écosse. Je veux parler des roches amygdaloïdes situées sur la limite des trapps et des grès, et que M. le docteur Jackson a depuis longtemps considérées comme produites par la voie méta-

---

(1) *Taschenbuch für Mineralogie*, 1828, p. 642.
(2) *Bull. de la Soc. géol de France*, 1re série, t. IX, p. 229.
(3) *Études sur le métamorphisme* (*Annales des mines*, 5e sér., t. XII, p. 89).

morphique (1). Les faits que nous venons de développer montrent que les caractères d'après lesquels on pouvait regarder l'origine de ces roches amygdaloïdes comme éruptives, appartiennent aussi à des terrains stratifiés. C'est ainsi, d'après les études récentes de M. Pissis, qu'au Chili des couches régulières formées de conglomérats porphyriques et appartenant au grès rouge, renferment de nombreux globules de zéolithes, avec de la calcédoine et du silicate de fer. L'auteur de cette intéressante observation attribue à l'éruption des labradorites la transformation des grès rouges en amygdaloïde (2).

Quant à l'origine des zéolithes dans les basaltes et les phonolithes, elle se rapproche peut-être davantage du second mode de formation, c'est-à-dire de leur développement dans certains silicates anhydres, en présence d'eau surchauffée.

*Tous les silicates ne sont pas susceptibles de produire des zéolithes.* — Toutes les roches ne se prêtent pas également au développement des zéolithes. Ainsi, du granite tout à fait friable s'est trouvé soumis aux mêmes conditions que la brique dans la maçonnerie, sans qu'il se soit comporté comme cette dernière substance. En effet, on n'a pas signalé de zéolithes formées aux dépens de la pâte même des granites, ni dans celle des porphyres à base de feldspath orthose : cependant cette dernière roche est souvent boursouflée et renferme des concrétions siliceuses, comme il s'en est quelquefois formé dans d'autres roches avec les zéolithes.

Mes expériences montrent des contrastes du même genre; ainsi, au milieu de l'eau surchauffée, j'ai constaté que du pyroxène augite et du feldspath orthose restent tout à fait sans altération, tandis que les silicates de la nature des verres ordinaires, chauffés dans le même tube en présence de l'eau, se transforment rapidement en zéolithes.

Cette différence trouve aussi son application dans la formation des roches zéolithiques.

*Facilité avec laquelle elles se développent dans les matériaux hydrauliques.* — Les deux substances où les zéolithes se sont si facilement développées à Plombières sont la chaux et la brique.

---

(1) Jackson, *Sur la géologie du lac supérieur* (*Annales des mines*, 4e sér., t. XVII, p. 104). — Rivot, *Notice sur le lac Supérieur* (*Annales des mines*, 5e sér., t. X, p. 441).

(2) Rapport verbal de M. Gay sur un mémoire de M. Pissis relatif à la topographie et à la géologie de la province de Aconcagua (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXVI, p. 1084).

Toutes deux sont précisément de la nature de celles qui entrent dans la fabrication des mortiers hydrauliques. Il est très possible que la connaissance de composés parfaitement définis et cristallisés que nous voyons se former par l'action de l'eau fasse mieux connaître la nature des combinaisons des matériaux hydrauliques, et notamment les réactions qui se font par voie humide entre la chaux et la pouzzolane.

*Application de ces faits à la théorie du métamorphisme.* — Les faits que nous venons d'examiner ne sont pas non plus sans analogie avec les phénomènes de métamorphisme. Il a suffi de la circulation d'une eau tiède et à peine minéralisée pour transformer la maçonnerie de Plombières et y faire naître des silicates hydratés et cristallisés, ou, suivant le terme usité en géologie, pour lui faire subir un *métamorphisme*. Or, à une température convenablement élevée, des silicates anhydres prennent naissance au sein même de l'eau, comme je l'ai prouvé par des expériences directes. Les effets produits ne seraient-ils pas tout autres si l'eau, fortement suréchauffée et cependant retenue par la pression des masses supérieures, circulait lentement à travers certaines roches, comme nous le remarquons à Plombières, et réagissait sur elles avec la haute température qui convient à la formation des silicates anhydres?

Je ne fais qu'indiquer ici ces rapprochements qui mériteraient, je pense, d'être développés davantage, soit par l'expérience directe, soit par la comparaison des faits nombreux qui peuvent leur servir d'épreuves.

M. Damour demande à M. Daubrée si les eaux de Plombières renferment une quantité notable de fluor.

M. Daubrée répond affirmativement; la richesse de ces eaux en fluor est prouvée par ce fait qu'elles ont déposé des enduits cristallins de chaux fluatée.

M. Damour désire savoir si M. Daubrée n'a pas constaté parmi les produits de ces eaux d'autres zéolithes que la chabasie, l'analcime et l'apophyllite.

M. Daubrée dit qu'il n'a voulu citer que des zéolithes nettement déterminables, mais qu'il en a encore aperçu d'autres, notamment une espèce qu'il croit être la scolézite.

M. Virlet demande à M. Daubrée comment il explique la formation de l'opale à Plombières.

Suivant M. Daubrée, cette formation s'explique facilement, puisque l'eau de Plombières contient des silicates en dissolution.

M. Virlet rappelle que les opales du Mexique se sont aussi formées par voie humide.

M. Damour cite, de son côté, des opales formées par voie humide et signalées par M. Beudant, ainsi que les opales d'Islande étudiées par M. Descloiseaux.

M. d'Omalius d'Halloy, rappelant que les laves laissent échapper beaucoup d'eau, croit, comme M. Daubrée, que les basaltes ont dû être pénétrés de zéolithes par le passage des eaux qu'ils laissaient échapper. Suivant lui, les eaux qui ont déposé les zéolithes étaient des eaux intérieures et non point des eaux venant de l'extérieur.

Sur la demande de M. de Villeneuve, M. Daubrée montre que les sources thermales sont, dans toute la contrée de Plombières, en rapport avec d'anciens filons.

M. le Président communique la note suivante de M. Martin :

## *Note sur les arkoses et leur faune en Bourgogne*, par M. Jules Martin.

Le lias inférieur de la Bourgogne repose partout sur un dépôt de puissance variable, tantôt granitoïde, tantôt grésiforme, dont la variété à gros éléments reçoit le nom d'arkose.

Un certain nombre de géologues considèrent cette dernière assise comme une dépendance de l'étage sinémurien ; d'autres, au contraire, la rattachent à la partie supérieure du keuper : c'est le *bone-bed* des auteurs anglais.

Une pareille divergence d'opinions ne peut s'expliquer que par l'ignorance où l'on est de l'ensemble de la faune qui caractérise ce dépôt. Elle cessera nécessairement le jour où cette animalisation mieux connue le rapprochera de l'un ou de l'autre des étages entre lesquels il est aujourd'hui ballotté. Toute la question se réduit donc à rechercher et à déterminer cette faune.

Sous ce rapport, je crois que la Société géologique n'apprendra pas sans intérêt que l'arkose de la Côte-d'Or, considérée jusqu'ici comme azoïque, est dans certaines localités très fossilifère, et que l'étude de sa faune est, dès ce moment, assez avancée pour que l'on puisse espérer une prompte solution de la question en litige.

La composition minéralogique de ce dépôt est, ainsi qu'on va

e voir par les coupes ci-après, extrêmement variable d'un point à un autre; il en est de même de sa puissance.

A Marcigny-sous-Thil je l'ai trouvé presque exclusivement formé de grès blanchâtres, à grains fins, avec intercalation, à la partie moyenne, d'arkose à gros éléments. Il offre sur ce point une puissance de 3 à 4 mètres et semble partout soudé au granite.

A Pouillenay, où il présente une épaisseur de 4 mètres en moyenne, il est au contraire généralement marneux, avec quelques plaques de grès intercalées, et paraît en concordance de stratification avec le keuper sur lequel il repose.

A Semur, c'est l'arkose granitoïde qui domine; cependant on trouve souvent à la partie supérieure de minces plaquettes de grès avec fucoïdes, et sur certains points quelques strates schisteuses et fossilifères. Le tout ne dépasse guère 2 mètres d'épaisseur et se trouve presque toujours en discordance de stratification avec les marnes irisées.

Plus loin, à Thoste et à Beauregard, le même dépôt se trouve réduit à une seule petite assise de grès de $0^m,05$ environ, reposant sur un lit sableux qui la sépare du granite.

En présence de variations minéralogiques et stratigraphiques aussi marquées, on est étonné de la constance remarquable qu'affecte la distribution des restes organiques dans ces strates, où les parties inférieures, moyennes et supérieures semblent être caractérisées chacune par des espèces spéciales et à peu près les mêmes dans les localités que je viens de citer.

Voici l'ordre de cette distribution et la désignation des espèces pour chacune de ces communes :

## *Marcigny-sous-Thil* (*Côte-d'Or*).

Lumachelles du sinémurien.

| | | |
|---|---|---|
| 0m,20. | Grès à fucoïdes. . . . . | *Cerithium Semele*, d'Orb.<br>*Cardium cloacinum*, Quenst.<br>*Avicula Dunkeri*, Tqm. |
| 0m,25. | Strates arénacées, sorte d'arkose désagrégée. | |
| 0m,15. | Arkose à gros éléments. . . . . | *Pecten valoniensis*, Defr.<br>*Avicula contorta*, Portl.<br>*Mytilus minutus*, Goldf.<br>*Ostrea marcignyana*, nov. sp. |
| 1m,90. | Grès blanchâtre, à grains fins, avec veines colorées par l'oxyde de fer. | *Chemnitzia Oppeli*, nov. sp.<br>*Turbo subcrenatus?*, Mart.<br>Gastéropodes indéterminables.<br>*Pleuromya? depressa*, nov. sp.<br>*Anatina præcursor*, Quenst.<br>— *Suessi*, Oppel.<br>*Hettangia marcignyana*, nov. sp.<br>*Cypricardia suevica*, Opp.<br>*Cypricardia? Breoni*, nov. sp.<br>— *marcignyana*, nov. sp.<br>*Lucina*, sp.<br>*Cardium Rhæticum*, Mér.<br>*Neoschizodus posterus*, Quenst. (*Myophoria*).<br>*Myophoria* ?, sp.<br>*Avicula contorta*, Portl.<br>*Pecten valoniensis*, Defr.<br>*Lima*, sp. |
| 1m,50. | Grès comme le précédent, dans lequel on n'a pas encore rencontré de fossiles. | |

Granite.

## *Pouillenay*.

Marnes schisteuses avec fossiles liasiques.

| | | |
|---|---|---|
| 0m,30. | Grès compacte très dur, espèce d'arkose lumachelle. | Fossiles brisés et indéterminables.<br>Débris très reconnaissables de l'*Avicula Dunkeri*, Tqm. |
| 0m,20. | Marne brune schisteuse, remplie de débris fossiles. | *Avicula Dunkeri*, Tqm., en nombre immense.<br>*Avicula contorta?*, Portl. |
| 0,m15. | Calcaire argileux, noduleux, traversé par des veines de carbonate calcaire. | |
| 0m,90. | Marne noirâtre, rubanée, schisteuse. | Quelques débris fossiles indéterminables. |
| 2m,90. | Marne comme la précédente, avec plaques de grès intercalées. | |

Grès du keuper, avec nids d'argile verdâtre et gypse cristallisé.

*Semur.*

Lumachelles du sinémurien, banc de 25 à 30 centimètres.

| | |
|---|---|
| 0m,25. Marne roussâtre, solidifiée, schisteuse, passant au grès dans sa partie inférieure. | *Cerithium Sabiele*, d'Orb.<br>— *subnudum*, Mart.<br>Quelques autres Gastéropodes indéterminables, probablement des Cérithes.<br>*Hettangia?*, sp.<br>*Saxicava sinemuriensis*, nov. sp.<br>*Cypricardia tetragona?*, Tqm.<br>*Cardium cloacinum*, Quenst.<br>*Avicula Dunkeri*, Tqm. (en abondance).<br>— *contorta*, Portl. (très fréquente).<br>*Mytilus minutus*, Goldf.<br>— *sinemuriensis*, nov. sp. |
| 0m,80. Marnes verdâtres et lie de vin. . . . | Sans fossiles. |
| 0m,80. Arkose à gros éléments. . . . . | *Anatina Suessi*, Oppel. |

Ces couches reposent tantôt sur le granite, tantôt sur les marnes irisées.

De ces diverses observations il ressort, ainsi qu'on le voit :

1° Qu'il existe dans l'arkose de la Côte-d'Or un mélange complet de certaines espèces triasiques avec d'autres qui n'ont encore été rencontrées que dans le lias ;

2° Que les espèces sinémuriennes, rares à la base du dépôt, deviennent nombreuses et se trouvent même en majorité au sommet ;

3° Que le genre *Myophoria*, spécial jusqu'ici à la formation triasique, y côtoie le genre *Hettangia*, Tqm. (*Tancredia*, Lycett) propre au contraire aux terrains du Jura ;

4° Enfin que quelques-unes des espèces du keuper, comme les *Myophoria*, semblent s'éteindre vers le milieu du dépôt, tandis que d'autres, comme l'*Avicula contorta*, Portl., traversent toutes les assises et se montrent jusqu'au sommet.

Doit-on conclure de l'ensemble de ces faits que l'arkose (*Bone-bed*) forme le sommet du keuper, ou bien au contraire qu'elle constitue la base du sinémurien ? C'est ce que je me propose d'examiner en détail dans le mémoire que je prépare sur les zones à *Avicula contorta*, à *A. planorbis* et à *A. angulatus* (assises inférieures à la Gryphée arquée).

M. Dormoy fait la communication suivante :

Je regrette beaucoup que M. Meugy ne soit pas présent à la séance ; j'aurais désiré lui poser quelques questions au sujet d'un

sondage dont il a indiqué les résultats dans la livraison de septembre 1858 du *Bulletin de la Société*, page 461. Ce sondage a été exécuté à Halluin, à quatre lieues au nord de Lille et près de la frontière de Belgique ; il aurait, d'après M. Meugy (qui n'indique ce fait que sous forme dubitative), rencontré le terrain houiller à 188 mètres de profondeur. Après avoir traversé une épaisseur de terrain houiller de 21$^{m}$,60, il aurait recoupé 13$^{m}$,40 de calcaire carbonifère, et serait ensuite entré à 223 mètres dans le système dévonien jusqu'à la profondeur de 231$^{m}$,20.

On a droit de s'étonner de voir réduite à 43 mètres l'épaisseur totale du terrain houiller tout entier, du calcaire carbonifère et de la partie supérieure du système dévonien jusqu'aux psammites, terrains qui généralement occupent, dans le nord de la France et en Belgique, une épaisseur de 2 à 3,000 mètres et plus. M. Meugy pense que peut-être on se trouverait là sur le bord méridional d'un nouveau bassin houiller susceptible de prendre au nord un certain développement. J'aurais voulu lui demander s'il avait pu constater dans quel sens inclinent les couches du terrain, fait qui serait d'un grand poids pour ou contre la probabilité de l'existence de ce nouveau bassin houiller, et enfin comment il explique que l'on n'ait rencontré entre le terrain houiller et les psammites dévoniens qu'un seul calcaire occupant 13$^{m}$,60, et qu'il intitule *calcaire carbonifère*.

Les nouvelles recherches industrielles qui sont sur le point de s'exécuter dans les environs d'Halluin et de Menin, et dont j'ai eu connaissance à Valenciennes, donnent un grand intérêt aux difficultés que je soumets à l'appréciation de notre collègue.

M. Delanoüe a reçu des échantillons du sondage dont M. Dormoy vient de parler, et il n'y a vu que des roches dévoniennes.

M. Hébert cède le fauteuil à M. Levallois, vice-président, et fait la communication suivante :

*Observations sur les phénomènes qui se sont passés à la séparation des périodes géologiques*; par M. Hébert.

Dans notre travail sur le terrain jurassique, qui a pour titre *les Mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris*, nous avons montré, p. 82, que la limite entre le terrain jurassique et

le terrain crétacé correspond, dans le bassin de Paris, à un maximum d'exhaussement de toute la France septentrionale y compris le plateau central, la Bretagne, les Vosges et l'Ardenne, c'est-à-dire que la mer s'était retirée vers le nord pendant toute la seconde moitié de la période jurassique par suite d'un mouvement général du sol qui s'exhaussait; puis, qu'elle s'était progressivement avancée du nord au sud par un mouvement inverse pendant toute la première moitié de la période crétacée. Nous avons dit (p. 80), mais sans le développer, que des observations de M. Lory montraient que le Jura avait participé à ces mouvements.

Depuis lors M. Lory a publié, dans les *Mémoires de la Société d'émulation du Doubs*, un travail fort important ayant pour titre : *Mémoire sur les terrains crétacés du Jura*, Besançon, 1857, où nous trouvons la confirmation complète de ce que nous annoncions alors.

On peut dire en toute justice que le mémoire de M. Lory est une étude complète du terrain crétacé inférieur du Jura et des phénomènes géologiques qui ont contribué à la constitution du sol de cette contrée, et même de la partie des Alpes qui lui fait face, depuis le milieu de la période jurassique jusqu'à la fin de l'époque néocomienne.

M. Lory fait observer que le terrain jurassique supérieur manque dans une partie des Alpes, et que cette lacune est d'autant plus grande qu'on s'éloigne davantage du Jura. Ainsi à Belley, la série est complète; en allant vers Chambéry on voit l'étage supérieur disparaître (*Kimmeridge-clay* et *Portland-stone*), et dès que l'on est entré réellement dans les Alpes, dans les montagnes de l'Isère et de la Drôme, le coral-rag manque également. Cette disparition successive et graduelle n'est pas le résultat d'une dénudation postérieure : c'est une lacune due à un mouvement du sol, qui, pendant que la mer continuait à couvrir la partie septentrionale des Alpes, la Savoie, émergeait la partie méridionale.

D'après M. Lory, l'océan jurassique couvrait d'abord uniformément les contrées où sont aujourd'hui les chaînes occidentales du Dauphiné, la basse Savoie et le Jura; mais, à partir de l'époque oxfordienne, le fond de la mer a éprouvé un mouvement continu d'exhaussement du côté des Alpes, d'affaissement dans l'emplacement actuel du haut Jura.

A la fin de l'époque oxfordienne, un rivage s'était ainsi formé suivant une ligne passant à peu près par Saint-Gervais, Voreppe, etc. Chambéry, et c'est sur ce bord que venait expirer le dépôt de l'étage corallien. Puis l'exhaussement continuant toujours du côté

des Alpes, les assises jurassiques supérieures se sont déposées successivement chacune en retrait par rapport aux précédentes; la mer jurassique est allée en se retirant et a concentré ses derniers dépôts uniquement sur l'emplacement actuel du Jura.

Mais, en outre, M. Lory montre que le Jura septentrional, c'est-à-dire la partie située au nord d'une ligne passant approximativement par Gray, Baume-les-Dames et Bienne, s'est aussi trouvé émergé à la fin de la période jurassique, en sorte qu'à ce moment un bassin limité a seul été recouvert par les eaux, et, dit l'auteur, « en même temps que ce bassin se rétrécissait de plus en plus, il devait devenir de moins en moins profond; il tendait à se transformer en une vaste lagune. » Un mouvement ascensionnel continu a donc entraîné les Alpes et le Jura. Ce mouvement a été lent et progressif; il n'a point été accompagné de bouleversements, puisque les couches sont restées, ainsi que nous le verrons bientôt, horizontales comme auparavant; mais cela n'exclut pas un léger affaissement entre les Alpes et le Jura. Ces affaissements ont presque toujours accompagné les mouvements ascensionnels. Ce sont les résultats ordinaires des plissements.

Tel était alors l'état de ce sol aujourd'hui si accidenté : un bassin peu profond dirigé sensiblement du S.-O. au N.-E., et limité, au N., par des rives basses, presque de niveau avec le lac et formées par les dernières assises jurassiques, au S., par un rivage peut-être un peu plus incliné, mais s'élevant néanmoins en pentes très douces.

C'est dans ce bassin que se sont accumulés des dépôts marneux avec des amas de gypse sur lesquels nous allons bientôt appeler l'attention. Par-dessus viennent les assises marines de l'étage néocomien, qui se sont déposées dans le bassin, et en ont dépassé les bords de manière à s'étendre sur des parties du sol précédemment émergé à des distances considérables.

D'après M. Lory, l'épaisseur des dépôts crétacés augmente vers le S., mais ils s'arrêtent au N. à la ligne de Gray à Bienne signalée tout à l'heure. Tout ce qui est au N. de cette ligne ne présente aucune trace des dépôts crétacés, et la disposition de ces dépôts, à partir de cette ligne en marchant au S., montre que la mer crétacée a envahi d'abord le S., du côté des Alpes, que là ont été déposés les premiers sédiments, que la mer a marché lentement vers la limite nord qu'elle n'a atteinte qu'après avoir laissé des sédiments plus anciens dans les régions méridionales (1).

(1) P. 289. « La mer néocomienne aurait envahi d'abord la Provence et le Dauphiné, plus tard la basse Savoie, le Jura suisse, les

Il résulte de cette disposition des couches que la partie des Alpes qui se trouvait émergée à la fin de l'époque jurassique s'est trouvée immergée au commencement de l'époque crétacée, tandis que, réciproquement, le Jura septentrional, immergé à la fin de l'époque jurassique, s'est trouvé émergé dès le commencement de l'époque crétacée. On peut, si l'on veut, considérer cette émersion comme le premier indice de la formation de cette chaîne du Jura; mais il ne faut pas oublier qu'après cette émersion, le Jura n'était nullement une montagne, pas plus, par exemple, que les plaines marécageuses de la vallée de la Vire dans le Cotentin; et c'est pour nous une nouvelle preuve de la réserve que nous devons apporter dans ces idées de soulèvements qui, comme toutes les idées nouvelles, ont nécessairement dû être, dans le principe, beaucoup trop exagérées.

M. Lory le déclare en termes formels : « Nulle part je n'ai vu les couches néocomiennes reposer sur la tranche des couches jurassiques, ni venir buter par leur extrémité contre une falaise jurassique qui aurait servi de limite à leur dépôt. Les couches jurassiques pouvaient former un fond de mer un peu incliné, mais uni et non fortement accidenté par des chaînes sous-marines, ou entrecoupé d'îles et de presqu'îles, comme on a quelquefois représenté le fond de la mer néocomienne dans des régions voisines de celles-ci (1). »

Ces résultats importants ne sont pas les seuls que la science doive à M. Lory. Un examen attentif lui a fait découvrir des fossiles d'eau douce appartenant aux genres Planorbe, Physe, Cyclade, Paludine, dans les assises marneuses qui terminent la série jurassique, et qui ont été déposées au moment où le retrait de la mer était arrivé à son maximum. Cette découverte inattendue, faite il y a plus de huit ans, n'a pas eu tout le retentissement qu'elle méritait, faute d'une publicité suffisante; elle vient démontrer de

---

départements de l'Ain et du Jura et la partie haute du Doubs, et plus tard encore les parties basses du Doubs et de la Haute-Saône, où l'on ne retrouve que la partie moyenne du terrain néocomien.

(1) M. Marcou (*Sur le néocomien dans le Jura* [*Archives des sciences, de la Bibliothèque universelle de Genève*, janvier et février 1859]), tout en rendant justice au travail de M. Lory, est, sous ce rapport, d'une opinion tout à fait contraire; mais nous devons dire, sans entrer dans une discussion contradictoire qui appartient à M. Lory, s'il la juge nécessaire, que les faits que cite M. Marcou et les raisons qu'il expose n'ont pu, en aucune façon, modifier l'opinion que le mémoire de M. Lory nous a fait adopter sur la stratigraphie du Jura.

la manière la plus heureuse que le mouvement ascensionnel, auquel la région alpino-jurassique avait été soumise pendant la dernière moitié de la période jurassique, s'est terminé par une émersion complète hors des eaux salées, et qu'il n'est resté qu'une simple dépression bientôt occupée par des eaux douces, par un véritable lac. Il résulte aussi de ce qui a été dit plus haut qu'entre l'existence de ce lac supra-jurassique et le recouvrement des dépôts lacustres par la mer crétacée, un temps assez long s'est écoulé, pendant lequel la région alpine s'est inclinée au S., s'est de nouveau immergée, et a reçu les premiers sédiments crétacés qui n'ont pu que plus tard atteindre l'emplacement de l'ancien lac.

Ces faits prouvent de la manière la plus évidente :

1° Que la couche lacustre appartient à la période jurassique qu'elle termine ;

2° Qu'entre cette couche et les assises crétacées qui la recouvrent immédiatement, il y a une lacune représentée par le néocomien inférieur du midi de la France ;

3° Que la mer crétacée est venue dans le Jura par étapes successives, et en marchant du S. au N. par la Provence et les Alpes.

Si l'on veut saisir d'un seul coup d'œil l'ensemble de ces phénomènes, il faut se les représenter comme le résultat de deux sortes de mouvements concomitants. Le premier mouvement est une simple oscillation, d'abord ascendante, et par suite de laquelle la mer se retire lentement jusqu'à la fin de la période jurassique ; puis, pendant la première moitié de la période crétacée, l'oscillation devient descendante et la mer revient occuper son ancien lit ; et tout cela se passe lentement, sans bouleversements ni cataclysmes, du moins dans les régions qui nous occupent, et pendant des laps de temps d'une durée prodigieuse.

Mais cette double oscillation n'agit pas précisément de la même façon au N. et au S. Pendant l'oscillation ascendante, c'est le S., c'est-à-dire les Alpes, qui s'élève le plus et qui s'émerge ; la mer jurassique se retire vers le N. de l'Europe. Cette mer formait donc un golfe dans le Jura aux époques kimméridgienne et portlandienne ; elle contournait au S. et à l'E. tout le massif des monts hercyniens, et s'étendait au nord de la Westphalie et des Pays-Bas, alors émergés, pour venir pénétrer dans le bassin de Paris par une embouchure étroite, entre Londres et Oxford. Tout le terrain jurassique du bassin méditerranéen, l'Espagne, la Provence, les Alpes, etc., se trouvait alors émergé.

Pendant l'oscillation descendante, probablement séparée de la précédente par un temps d'arrêt, c'est le N., c'est-à-dire le Jura

septentrional, qui reste émergé, et le S. qui s'infléchissant permet à la mer crétacée de revenir dans le Jura par cette voie tout opposée.

C'est donc l'image d'une sorte de balancement qu'il faut joindre à celle d'une oscillation dans le sens de la verticale, pour se former une idée complète des faits qui se sont passés à l'époque qui relie l'une à l'autre les deux grandes périodes.

Ce sont là des déductions positives que nous croyons inattaquables, parce qu'elles sont tirées de faits bien observés qui méritent toute notre confiance, et qui d'ailleurs concordent avec toutes les connaissances acquises sur cette matière dans les autres régions.

De même aussi, comme nous l'avons montré, toute la France septentrionale a subi, à partir du milieu de la période jurassique, un mouvement ascensionnel général et progressif, par suite duquel la mer a successivement occupé des limites plus resserrées pour se retirer complétement à la fin de cette période et faire place à un lac dont les sédiments se voient encore vers Gournay, Boulogne et Purbeck.

La concordance entre ce qui s'est passé dans le Jura et les Alpes et dans le grand bassin anglo-parisien est donc aussi complète que possible.

Cette grande oscillation ascendante d'abord, puis descendante, pendant les premiers temps de la période crétacée, a donc laissé dans toute l'Europe occidentale des preuves authentiques de son action.

Nous avons dit que le changement dans la direction du mouvement oscillatoire avait été marqué par un temps d'arrêt; qu'à ce moment les eaux de la mer, comme M. Lory le pensait déjà pour le Jura dès 1852, s'étaient retirées de toute l'Europe occidentale pour faire place à des lacs, *lac de Purbeck et du nord du bassin de Paris, lac du Jura.*

M. Coquand, qui a fait sur le département de la Charente des études géologiques (1) d'un haut intérêt, a montré qu'une formation d'eau douce tout à fait analogue et contemporaine, déjà signalée par M. d'Archiac (2), mais à laquelle ce savant géologue n'avait pas osé assigner une position précise, s'y trouve placée de même entre le terrain jurassique et le terrain crétacé, ce qui

(1) *Mémoires de la Société d'émulation du Doubs*, 1853, p. 115. — *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XV, p. 577.

(2) *Histoire des progrès de la géologie*, t. IV, p. 440.

prouve que le bassin du S.-O. a participé, comme les autres contrées de la France, au mouvement ascensionnel précédemment signalé, et que là aussi un lac s'est formé après la retraite de la mer jurassique.

Si maintenant on ajoute les autres faits connus sur le N. et l'E. de l'Europe, et notamment que dans le Hanôvre on retrouve aussi entre le terrain jurassique supérieur et le néocomien inférieur un dépôt d'eau douce, il en résultera que cette région était également émergée, et l'on arrivera à cette conclusion que toute la partie de l'Europe comprenant les Iles-Britanniques, la France, les Alpes, l'Allemagne et la Russie, était hors des eaux de l'Océan à la fin de l'époque jurassique; et, comme sur aucun point des continents actuels on ne connaît de dépôt marin synchronique des dépôts lacustres supra-jurassiques, on peut affirmer sans crainte que toutes les parties des continents actuels qui ont été soumises aux explorations géologiques, l'Europe, l'Amérique, d'immenses étendues en Asie, en Afrique et même en Océanie, étaient émergées pendant l'existence des lacs qui ont terminé en Europe la période jurassique. Ces mêmes continents ont été ensuite successivement immergés, mais sur des surfaces différentes, pendant la période crétacée.

C'est dans les distributions différentes des terres et des mers qui ont été le résultat de ces mouvements généraux, qu'il faut chercher une partie des causes des grands changements organiques qu'on remarque dans les populations successives du globe. Mais c'est surtout par suite de la succession des temps, que chaque observation nouvelle nous oblige d'agrandir sans cesse, que s'est manifestée la loi inconnue qui a présidé à ces modifications; et ce qui le prouve bien, c'est que, pendant ce temps d'arrêt correspondant à l'existence des lacs supra-jurassiques, ces modifications ont acquis leur plus grande intensité, la première faune crétacée différant essentiellement de la dernière faune jurassique. C'est que ces lacs, loin d'être éphémères, ont eu une longue durée, comme le prouvent les dépôts nombreux et variés qui s'y sont effectués, et dans lesquels, comme l'a fait voir Ed. Forbes, on peut constater plusieurs faunes successives et différentes.

Il y a quelques années à peine, et peut-être quelques géologues encore sont aujourd'hui de cet avis, que l'on croyait que les animaux avaient été détruits et remplacés par d'autres par des cataclysmes immenses qui, en soulevant les montagnes, avaient violemment agité les mers et les avaient lancées sur les continents. Ces idées théoriques, que l'on retrouve malheureusement dans

les articles scientifiques présentés au public sous des formes diverses, dans presque tous les manuels destinés à l'enseignement, sont, comme on le voit, bien éloignées de la vérité.

Jusqu'en ces derniers temps, on a presque partout écrit en France, presque partout enseigné, que les terrains étaient le produit d'époques de calme séparées par des cataclysmes. Aujourd'hui que depuis vingt ans on a plus spécialement étudié les limites des terrains, on peut hardiment poser en principe que le calme le plus absolu, l'absence la plus complète, à la surface des continents aujourd'hui connus, de toute espèce de phénomènes géologiques violents, sont les caractères distinctifs de la séparation des grandes périodes.

C'est par l'étude attentive et détaillée des faits sur des points nombreux que les liens généraux peuvent être aperçus. Les mouvements du sol se sont multipliés en se simplifiant et s'adoucissant : leur étude fondée sur le mode d'observation établi par M. Élie de Beaumont a conduit à des résultats différents de ceux qu'avait dès l'abord énoncés ce grand maître; mais cette divergence est toute naturelle et facile à comprendre : le voyageur, qui de loin voit devant lui, sur la route longue et droite qu'il parcourt, une côte d'une grande étendue, ne jugeant qu'imparfaitement des distances relatives qui le séparent du pied et du sommet de la côte, en projette toutes les parties sur un même plan vertical, et la côte prend à ses yeux l'aspect d'une montagne escarpée, et plus son regard est perçant, plus il lui est donné de pénétrer au loin dans l'espace, plus cet effet est prononcé. Mais bientôt il s'approche et voit se dérouler la succession des points intermédiaires, la base vient à lui bien plus rapidement que le sommet, et quand il y est arrivé, la montagne n'est plus qu'une pente doucement inclinée.

Il en est ainsi des mouvements du sol : vus de loin par l'homme de génie qui les aperçut le premier, mais sans pouvoir entrer dans les détails, ils ont pris et devaient prendre à ses yeux les proportions de cataclysmes. Aujourd'hui, nous atteignons successivement les positions intermédiaires, et la continuité rétablie fait disparaître cette idée de révolutions chaotiques, qui faisaient de la nature ancienne un tableau d'une effrayante étrangeté, et qui forçaient l'esprit à recourir à des lois toutes différentes de celles qui régissent aujourd'hui le monde.

Ce que je viens de dire pourrait peut-être paraître beaucoup trop général. La théorie des mouvements brusques du sol que je combats est principalement celle qui s'applique à la détermination

des limites des terrains. En choisissant comme exemple la limite si bien étudiée entre le terrain jurassique et le terrain crétacé, si j'ai immédiatement généralisé les conséquences tirées de cette étude, c'est qu'en effet on ne connaît plus aujourd'hui de grand système de dislocations venant se placer entre des terrains différents. Ainsi il n'y a eu aucun cataclysme général au passage de la période crétacée à la période tertiaire; bien des fois j'ai eu occasion d'insister sur ce point. La même absence de systèmes de dislocations ou de soulèvements peut être signalée à la limite de la période silurienne et de la période dévonienne, à la limite de la période dévonienne et de la période carbonifère. Ces terrains se trouvent presque toujours en concordance de stratification, et leur discordance transgressive est précisément de la nature de celle qui sépare les dépôts crétacés des dépôts jurassiques, c'est-à-dire s'explique parfaitement à l'aide des mouvements généraux lents et successifs de l'écorce terrestre.

Bien loin de voir entre les dislocations du sol et les grands changements subis par l'organisation à la surface du globe des rapports de causes à effets, il faut reconnaître hautement que celles de ces grandes dislocations qui sont le mieux étudiées se trouvent placées précisément au milieu des périodes générales, c'est-à-dire, qu'elles n'ont eu sur le changement des faunes qu'une influence secondaire. C'est ainsi que le *soulèvement du Hundsruck* paraît avoir affecté la grauwacke dévonienne, c'est-à-dire non pas le terrain silurien comme on l'avait cru d'abord, mais le dévonien inférieur, et ne pas s'être étendu aux *calcaires* de l'*Eifel* ou dévonien moyen et supérieur.

C'est ainsi que si le calcaire carbonifère est presque toujours en stratification concordante avec les assises dévoniennes, il est séparé du terrain houiller proprement dit par des phénomènes éruptifs considérables, notamment par les porphyres quartzifères du plateau central si bien étudiés par M. Grüner, et je n'ai pas besoin de rappeler la liaison intime de la faune carbonifère avec celle de la houille.

C'est ainsi que les Pyrénées et les Alpes viennent se placer au milieu de la période tertiaire, et que l'époque quaternaire qui semblait d'abord un cataclysme subit, résultat du soulèvement instantané des Alpes principales, se décompose aujourd'hui en une nombreuse série de phénomènes successifs, chacun de longue durée, et qui ne peuvent se comprendre que par des mouvements généraux et oscillatoires du sol.

C'est là toute ma pensée; elle ne va pas au delà. En conclure

que je refuse ou que j'admets aveuglément toute espèce de soulèvement subit, de dislocation instantanée, serait tout à fait erroné. J'admets volontiers que de grands mouvements du sol ont pu bouleverser brusquement certaines parties de l'écorce terrestre, mais je crois ces faits essentiellement locaux, et je ne saurais leur accorder l'importance qu'on leur a attribuée, ni m'en servir comme de base pour aucune des lois fondamentales de la géologie (1).

MM. Scipion Gras, Michelot et Deville demandent à M. Hébert s'il entend expliquer par des balancements ou des oscillations les phénomènes qui ont eu pour résultat la formation des chaînes de montagnes.

M. Hébert réplique qu'il croit avoir suffisamment répondu à cette question dans la note qu'il vient de lire.

M. Deville ne comprend pas que les périodes de calme physique coïncident avec les transformations organiques, tandis que les périodes de discontinuité physique coïncideraient avec des périodes de continuité organique.

M. Delesse, en présentant un mémoire imprimé de M. Marcou, *Sur le néocomien dans le Jura et son rôle dans la série stratigraphique*, confirme les observations de discordance de stratification entre le terrain néocomien et le terrain jurassique.

M. Barrande rappelle qu'il a déjà posé les questions présentées par M. Hébert, en étudiant les rapports entre la stratigraphie et la paléontologie. Il ajoute qu'il existe déjà beaucoup de faits indiquant l'indépendance entre le phénomène des soulèvements et celui du renouvellement des faunes succes-

(1) Cette manière d'envisager les rapports entre les mouvements de l'écorce terrestre et les changements de faune, cette indépendance complète entre l'apparition ou la disparition des êtres à la surface du globe et les dislocations dont nous voyons les résultats dans les pays de montagnes, est une des vérités les mieux établies aujourd'hui. On en verra des preuves fréquentes dans l'ouvrage où tous les travaux modernes sont analysés si scrupuleusement, l'*Histoire des progrès de la géologie*; et la conclusion elle-même à laquelle j'arrive par l'étude de nos régions est à plusieurs reprises posée par l'auteur, à propos de contrées plus éloignées. On la trouvera notamment énoncée, aussi explicitement que possible, t. VII, p. 599.

sives. Des faits nouveaux, comme celui que signale M. Hébert, viennent peu à peu confirmer cette indépendance et résoudre la question, sans qu'il soit nécessaire de la discuter avec tant de vivacité.

M. Michelot pense que les conclusions de M. Hébert ne peuvent se soutenir d'une manière absolue, avant d'avoir tranché la question de la limite précise des terrains, question dont la solution est soumise à beaucoup de controverses.

M. Cotteau rappelle que Forbes a constaté la présence de couches marines dans le Purbeck; il y a cité un oursin qui se retrouve dans des couches marines du bassin parisien.

M. Delanoüe rappelle qu'il y a des sables et des dépôts d'eau douce à la base du terrain tertiaire : à Minden, ce dépôt contient deux couches de charbon.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray:

*Remarques sur quelques fossiles contenus dans le gault supérieur des environs de Cosne (Nièvre)*; par M. Th. Ébray.

La couche fossilifère située au-dessus des sables ferrugineux de la Puisaye contient les Ammonites suivantes :

*Ammonites auritus*, Sowerby.
*A. interruptus*, Bruguières.
*A. Bouchardianus*, d'Orb.
*A. inflatus*, Sowerby.

Les Ammonites qui accompagnent l'*A. inflatus* sont les mêmes que celles qui se trouvent avec ce fossile à Wissant (Pas-de-Calais). Les *Ammonites Bouchardianus* et *inflatus* ne présentent rien de particulier; il n'en est pas de même des deux autres.

*A. auritus* (Sowerby). — Cette espèce présente l'aspect général et tous les autres caractères extérieurs de l'*A. auritus*, mais les digitations ne sont pas symétriques, caractère qui rapproche l'*A. auritus* de l'*A. splendens* (Sow).

Si j'examine la valeur de ce caractère, considéré par d'Orbigny comme spécifique, je trouve que ce paléontologiste a constaté (*Paléontologie française*, t. I, page 400 (Cr.), que les cloisons ne deviennent exceptionnelles qu'au moment où la coquille commence à prendre les tubercules du dos; j'ai trouvé moi-même que souvent aussi les cloisons non symétriques deviennent symé-

triques à la dernière période de dégénérescence à laquelle les ornements disparaissent; d'un autre côté d'Orbigny constate que le lobe dorsal est placé tantôt à droite, tantôt à gauche de la ligne médiane, et par conséquent il pourrait bien se faire qu'il se trouvât des individus symétriques. La non-symétrie des digitations n'est donc probablement qu'un accident de naissance et ne peut pas être considérée comme un caractère spécifique. Ainsi l'*A. auritus* et l'*A. splendens* forment peut-être une seule et même espèce.

*A. interruptus* (Bruguières). — Cette Ammonite est très voisine de l'*A. denarius;* en effet, si nous considérons les caractères distinctifs donnés par d'Orbigny, nous trouvons (*Paléont. fr., terr. crét.*, p. 221), que l'*A. denarius* se distingue de l'*A. interruptus :*

1° *Par un moins grand nombre de tubercules et de côtes par tours.* Or d'Orbigny dit lui-même, page 226, à propos de l'*A. Fittoni* très rapproché, suivant cet auteur, de l'*A. splendens* : « *les tubercules du pourtour de l'ombilic sont aussi semblables; seulement ils sont plus nombreux, caractère peu important.* » Ce qui est vrai pour l'*A. Fittoni* est vrai aussi pour l'*A. denarius;* donc le caractère distinctif n° 1 a peu ou point de valeur.

2° *En ce qu'il y a toujours trois fois plus de côtes que de tubercules, tandis que le plus souvent il n'y en a que deux chez l'autre.* Le terme, *le plus souvent*, prouve que ce caractère n'est pas rigoureux.

3° *Par les tubercules donnant toujours naissance à une bifurcation.* Ce caractère se lie intimement au précédent et ne paraît pas être plus rigoureux.

4° *Par son lobe dorsal toujours sur le côté au lieu d'être sur le milieu du dos.* Nous avons examiné la valeur de ce caractère à l'occasion de l'*A. auritus.*

5° *Par son lobe dorsal supérieur non symétrique, formé de cinq branches au lieu de neuf.* Les caractères spécifiques tirés des digitations ont certainement de la valeur quand on considère la disposition générale des selles et des lobes; mais ces caractères s'amoindrissent et disparaissent quand on entre dans les détails, car ceux-ci varient pour une même espèce.

L'*A. interruptus* et l'*A. denarius* ne forment donc peut-être qu'une seule et même espèce.

## *Séance du* 18 *avril* 1859.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. Laugel, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Bureau, docteur en médecine à Nantes (Loire-Inférieure), présenté par MM. Hébert et Gosselet;

Dewalque, professeur de géologie à l'Université, à Liége (Belgique), présenté par MM. d'Omalius d'Halloy et Hébert;

Horion (Charles), docteur ès sciences et en médecine, rue et hôtel Dupuytren, à Paris; à Visé, province de Liége (Belgique); présenté par MM. Triger et Hébert.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Édouard Beltremieux, *Musée Fleuriau. — Mammifères, oiseaux, reptiles, poissons de la Charente-Inférieure*, in-8, 30 p. La Rochelle, 1859.

De la part de M. A. Étallon, *Études paléontologiques sur le haut Jura*, in-8, f. 4 à 10.

De la part de M. Henri Hogard, *Recherches sur les glaciers et sur les formations erratiques des Alpes de la Suisse*, in-8, 1858. Épinal, imprimerie de Gley.

De la part de M. Jules Marcou, *Sur le néocomien dans le Jura et son rôle dans la série stratigraphique* (extr. des *Arch. des sciences de la Biblioth. univ. de Genève*, janvier et février 1859), in-8, 66 p., 1 pl.

De la part de M. Alexis Perrey :

1° *Note sur les tremblements de terre en* 1855, *avec suppléments pour les années antérieures*, in-8, 48 p.

2° *Note sur les tremblements de terre en* 1855, *avec suppléments pour les années antérieures*, in-8, 67 p.

3° *Note sur les tremblements de terre en* 1856, *avec suppléments pour les années antérieures*, in-8, 79 p.

4° *Documents sur les tremblements de terre au Pérou, dans la Colombie et dans le bassin de l'Amazone*, in-8, 134 p.

Ces quatre notes extraites des *Bulletins et des Mémoires de l'Académie royale de Belgique.*

De la part de M. Jonkh. J. T. Binkhorst van den Binkhorst, *Carte géologique des couches crétacées du Limbourg en dessous des assises quaternaires et tertiaires....* 1858.

De la part de M. le professeur W. King, *Historical account of the invertebrata occurring in the permian rocks of the north of England*, in-4, 14 p. London, 1859.

*Comptes rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences*, 1859, 1er semestre, t. XLVIII, nos 14 et 15.

*Annales des mines*, 5e série, t. XIV, 4e livraison de 1858.

*L'Institut*, nos 1318 et 1319, 1859.

*The Athenæum*, nos 1641 et 1642, 1859.

*Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, vol. X, 3e cahier, mai à juillet 1858.

*Nova acta Academiæ C. L. C. naturæ curiosorum*, t. XXVI, 2e partie, 1858.

*Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt*, etc., par M. le Dr A. Petermann, 1858-XIII.

*Revista minera*, t. X, no 213, 1er avril 1859.

*O Archivo rural*, nos 19 et 20, 1859.

M. Meugy, à l'occasion du procès-verbal, dit qu'il n'a indiqué la présence du terrain houiller dans le sondage d'Halluin (département du Nord), que parce qu'il y a au-dessous des schistes une couche de grès avec petite veine de charbon.

M. Delanoüe dit que la principale objection de M. Dormoy (v. *antè*, p. 595) tient à la faible épaisseur que M. Meugy attribue dans son interprétation du sondage à des couches dévoniennes ordinairement très épaisses. Il ajoute que les couches dévoniennes peuvent contenir des veinules de houille. Pour être certain qu'on est dans le terrain houiller, il faudrait au moins constater une empreinte végétale propre à ce terrain.

L'épaisseur faible du calcaire carbonifère n'a, suivant M. Meugy, rien d'extraordinaire, parce qu'il repose en stratification discordante sur le terrain dévonien. Le grès que

M. Meugy a nommé houiller a véritablement les caractères minéralogiques du grès propre à ce terrain.

*Fixation du lieu de la session extraordinaire de* 1859. — M. le Président annonce à la Société que les membres de la Société géologique résidant à Lyon ont demandé que la session extraordinaire se tînt cette année dans cette ville; que le Conseil consulté, aux termes du Règlement, sur cette proposition, l'a adoptée à l'unanimité, et qu'en conséquence il met ce projet en délibération.

La proposition du Conseil ne soulevant aucune objection, la Société décide que la session extraordinaire aura lieu cette année à Lyon le 1er septembre et les jours suivants.

M. Hébert fait la communication suivante :

*Note sur le travail de M. Favre, intitulé : « Mémoire sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie »*; par M. Hébert.

Dans la dernière séance la Société a paru désirer pour le *Bulletin* un extrait du *Mémoire de M. Favre sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie*, que j'ai eu l'honneur de lui présenter au nom de l'auteur.

Voici ce qui m'a paru de nature à intéresser le plus les nombreux géologues dont l'attention est depuis longtemps éveillée sur cette épineuse question du lias des Alpes et des terrains avec lequel cet étage est en rapport.

Le Mémoire de M. Favre nous éclaire de la manière la plus heureuse sur la nature du lias de la Savoie. Dans une coupe prise le long du lac de Genève, à Meillerie, il nous fait voir cet étage au grand complet replié en forme d'U, de telle sorte que la partie centrale est formée par les marnes du lias supérieur, remplies d'*Ammonites aalensis*, Ziet.; à droite et à gauche, des calcaires bleuâtres avec *Ammonites Guibalianus*, *planicosta*, *raricostatus*, *brevispina*, *spinatus*, *fimbriatus*, *bisulcatus*, *kridion*, fossiles qui caractérisent le lias moyen du bassin de Paris, à l'exception des deux derniers qui sont du calcaire à Gryphée arquée.

Au delà de ce système de couches et également disposé symétriquement à droite et à gauche, vient un nouveau système formé de calcaires bleus ou gris et de marnes noires avec *Cardinia*, *Mytilus*,

*Avicula*, *Lima hettangiensis*, Terq., *Pecten Valoniensis*, Leym., etc. en un mot les fossiles les plus caractéristiques de notre *infralias* du bassin de Paris (couche de Koessen de MM. Suess et Oppel, couche de Schlambelen de. M. Marcou, grès précurseur de M. Quenstedt, etc.). Cet étage infraliasique a de 140 à 200 mètres de puissance. Les étages supérieurs sont beaucoup plus épais.

Puis au delà de l'infralias, à l'E. comme à l'O., viennent des marnes verdâtres ou rougeâtres avec calcaire dolomitique et des *cargneules* à la base.

Une autre coupe prise le long de la Dranse, entre le lac de Genève et Bioge, donne exactement la même disposition relative pour les diverses assises dont il vient d'être question. Seulement, la partie centrale correspondant au lias supérieur présente des couches réellement et visiblement recourbées en forme d'auge, disposition qui dans la coupe précédente était seulement une conséquence de la symétrie, et le groupe qui renferme le calcaire magnésien et les cargneules n'a pas moins de 800 mètres; on y voit à la partie médiane deux masses de gypse.

Ce terrain de *cargneule* a tant d'analogie par ses caractères minéralogiques et sa position avec le keuper qu'il n'est nullement étonnant de voir M. Favre le considérer comme le représentant de cet étage. Les motifs qu'il expose pour établir l'exactitude de ce rapprochement nous paraissent d'autant plus irréfutables, que l'on peut voir de l'autre côté de la vallée du Rhône, sur les flancs des Cévennes, l'exacte répétition de la série entière que décrit M. Favre, avec les mêmes caractères minéralogiques et paléontologiques.

Le lias des environs de Saint-Ambroix, d'Alais (Gard), etc., se compose comme celui de la Savoie de trois groupes de couches :

1° Les marnes schisteuses du lias supérieur avec *A. aalensis*, *serpentinus*, etc.

2° Les calcaires bleus avec Ammonites. On a longtemps cru qu'à ce niveau on trouvait indistinctement mélangées les espèces du lias moyen et du lias inférieur. C'est une erreur. Nous avons recueilli nous-même, et en place, en grande quantité, les Ammonites du lias moyen à la partie supérieure des calcaires bleus, et à un niveau beaucoup plus bas l'*A. bisulcatus* accompagné de l'*O. arcuata*. Il y a, d'après cela, quelque probabilité qu'il en sera de même dans la Savoie ; que les deux niveaux pourront y être distingués ; mais nous ne serions pas étonné que l'*A. bisulcatus* passât de l'un dans l'autre, comme cela a déjà été constaté ailleurs.

3° Les marnes et les calcaires avec les même fossiles que ceux cités par M. Favre du système qu'il assimile aux couches de Kössen,

reposant sur des grès grossiers passant aux poudingues. C'est au dessous du lias, que je limite ainsi, d'une manière un peu différente de celle de M. Émilien Dumas, que viennent des calcaires magnésiens alternant avec des marnes rougeâtres ou verdâtres et renfermant des couches de gypse exploitées en divers lieux. Pour moi c'est là, et là seulement, le représentant du keuper dans le Gard. Les assises inférieures sont de véritables grès bigarrés, que M. Émilien Dumas a également rapportés aux marnes irisées; mais ces grès, dans lesquels on reconnaît les caractères minéralogiques les plus ordinaires du grès bigarré, sont remplis aux environs de Lodève, de *Calamites arenaceus*, et d'empreintes de *Labyrinthodon*, identiques avec celles de Saxe, d'Angleterre et des Vosges, et qui partout jusqu'ici appartiennent exclusivement au grès bigarré.

Aussi est-ce avec une grande satisfaction que j'ai vu les observations de M. Favre nous montrer que la succession des époques géologiques avait été, vers les Alpes, caractérisée par les mêmes sédiments et les mêmes êtres organisés qu'ailleurs.

Si donc, dans cette région, quelque exception apparente aux lois générales de la géologie se présente, il n'y a plus là qu'une affaire de détail, dont l'explication complète dépendra du plus ou moins d'observations qu'il sera possible de faire, mais qui ne saurait désormais nous préoccuper.

Vous comprenez, messieurs, que je veux parler de *Petit-Cœur*.

En pénétrant davantage dans l'intérieur des Alpes, M. Favre retrouve partout son système de gypse et de cargneule au même niveau, c'est-à-dire au-dessous des assises jurassiques et en superposition tantôt sur le terrain anthracifère, tantôt sur les schistes cristallins.

Chemin faisant il complète la série des couches triasiques : 1° par l'addition à la partie supérieure de calcaires rouges de 25 à 30 mètres d'épaisseur, sans fossiles, que l'on voit à la pointe de Taninge, recouverts par la couche infraliasique à *Avicula contorta* Portl., et reposant sur les dolomies, cargneules et gypses keupériens. Pour M. Favre, ces calcaires rouges sont l'équivalent des calcaires de Saint-Cassian.

2° Par un schiste argilo-ferrugineux rouge et vert et un grès siliceux appelé arkose, qui se trouvent au-dessous des cargneules.

Vous voyez que cette addition de grès et d'arkoses achève singulièrement le parallèle que j'établissais tout à l'heure entre la série triasique des Alpes et celle des Cévennes.

De nombreuses coupes décrites et figurées servent à M. Favre

à prouver la liaison permanente des divers membres de la série triasique et l'invariabilité de sa position stratigraphique.

Il rectifie en passant la position du poudingue de Valorsine, que M. Necker avait confondu avec le grès arkose. M. Favre montre qu'il en est séparé par des ardoises avec empreintes de fougères et qu'il appartient aux grès houillers.

L'auteur arrive ainsi à PETIT-COEUR. Il signale dans cette localité une couche de cargneule dont personne n'avait tenu compte jusqu'ici. Cette couche renferme beaucoup de gypse à une certaine distance, et se trouve placée entre le *grès anthracifère* et les *schistes calcaires à Bélemnites*, c'est-à-dire précisément là où doit être le trias. Il essaie d'expliquer à l'aide d'une figure théorique les fameuses alternances de couches à fossiles liasiques et à fougères, mais il avoue lui-même que sa manière de voir n'est pas à l'abri des objections. Quoi qu'il en soit, ainsi que je le disais plus haut, il est évident maintenant, au moins à mon avis, que l'explication complète n'est plus qu'un travail de détail qui ne saurait beaucoup se faire attendre.

D'après M. Favre, il faudrait aussi rapporter au trias les grès grossiers, les poudingues de teintes variées et les quartzites blancs et colorés, toujours placés entre le grès anthracifère et le calcaire jurassique, dont M. Lory a constaté la présence dans le Briançonnais (1).

Je ne saurais terminer cet extrait sans citer la coupe du Mont-Blanc qui, d'inexplicable qu'elle paraissait il y a peu d'années, devient aujourd'hui, grâce aux recherches de MM. Studer et Favre, de la plus grande netteté et aussi de la plus grande élégance ; je crois que les lecteurs du *Bulletin* nous sauront gré de reproduire ici cette coupe telle que la donne M. Favre dans le mémoire dont je viens d'essayer de donner une idée.

---

(1) *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XV, p. 18.

1. Terrain jurassique.
2. Cargneule et gypse. . . . . } Trias.
3. Schiste argilo-ferrugineux. } Trias.
5. Grès arkose. . . . . } Trias.
6. Ardoise à fougères. . . . . } Terrain houiller.
7. Grès ou poudingue. . . . . } Terrain houiller.
8. Schistes cristallins.
9. Protogine.

*Compte des recettes et des dépenses effectuées pendant l'année* 1858 *pour la Société géologique de France*, présenté par M. Meugy, trésorier (1).

## RECETTE.

| DÉSIGNATION des chapitres de la recette. | Nos des articles. | NATURE DES RECETTES. | RECETTES prévues au budget de 1858. | RECETTES effectuées en 1858. | Augmentation. | Diminution. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| § 1. Produits ordinaires des réceptions. | 1 | Droits d'entrée et de diplôme. | 500 » | 580 » | 80 » | » » |
| | 2 | Cotisations de l'année courante. | 7,680 » | 5,580 » | » » | 2,100 » |
| | 3 | Cotisations des années précédentes. | 3,000 » | 1,735 59 | » » | 1,264 11 |
| § 2. Produits extraord. des réceptions. | 4 | Cotisations anticipées | 300 » | 150 » | » » | 150 » |
| | 5 | Cotisations une fois payées. | 1,200 » | 2,400 » | 1,200 » | » » |
| § 3. Produits des publications. | 6 | Vente de Bulletins. | 1,000 » | 1,082 » | 82 » | » » |
| | 7 | Vente de Mémoires | 700 » | 256 » | » » | 444 » |
| | 8 | Vente de cartes coloriées. | 10 » | » » | » » | 10 » |
| | 9 | Vente de l'Histoire des progrès de la géologie. | 1,000 » | 1,947 50 | 947 50 | » » |
| § 4. Recettes diverses. | 10 | Arrérages de Rentes à 4 1/2 °/° | 1,461 » | 1,461 » | » » | » » |
| | 11 | Arrérages de Rentes sur l'État. à 3 °/° | 409 » | 409 » | » » | » » |
| | 12 | Encaissement de Bons du Trésor. | 240 » | 284 45 | 44 45 | » » |
| | 13 | Arrérages desdits. | 1,055 » | 1,055 » | » » | » » |
| | 14 | Allocation de M. le ministre de l'instruction publique | 1,000 » | 1,000 » | » » | » » |
| | 15 | Recettes imprévues. | 10 » | 500 » | 490 » | 10 » |
| | 16 | Remboursement de frais de mandats. | » » | » » | » » | » » |
| | 17 | Recettes extraord. relat. au Bulletin. | 300 » | 700 » | 400 » | » » |
| | 18 | Recette extraordinaire (loyer). | 800 » | 800 » | » » | » » |
| | | Totaux des recettes. | 20,665 » | 19,940 84 | 2,758 95 | 3,978 11 |
| § 5. Solde du compte précédent. | 19 | Reliquat en caisse au 31 décembre 1857. | 2,147 25 | 2,147 25 | | |
| | | Totaux de la recette et du reliquat en caisse. | 22,812 25 | 22,088 09 | | |

### COMPARAISON.

| | | |
|---|---|---|
| La Recette présumée était de. | 22,812 | 25 |
| La Recette effectuée est de. | 22,088 | 09 |
| Il y a diminution de Recette de | 724 | 16 |

(1) Voir t. XV, p. 795, les comptes des recettes et des dépenses des années 1855, 1856 et 1857, qui ne figurent pas en tête des Rapports sur la gestion du Trésorier, t. XIII, p. 527, et t. XV, p. 486.

## DÉPENSE.

| DÉSIGNATION des chapitres de la dépense. | Nos des articles. | NATURE DES DÉPENSES. | DÉPENSES prévues au budget de 1858. | DÉPENSES effectuées en 1858. | Augmentation. | Diminution. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| § 1. Personnel. . . . . | 1 | Agent — son traitement. . . . . | 1,800 » | 1,800 » | » » | » » |
| | 2 | Agent — travaux extraordinaires. . . | 300 » | 300 » | » » | » » |
| | 3 | Agent — gratification . . . . . | 200 » | 200 » | » » | » » |
| | 4 | Agent — indemnité de logement. . . | 200 » | 200 » | » » | » » |
| | 5 | Garçon de bureau — ses gages. . . . | 800 » | 800 » | » » | » » |
| | 6 | Garçon de bureau — gratification . . | 100 » | 100 » | » » | » » |
| § 2. Frais de logement. | 7 | Loyer, contributions, assurances. . . | 1,550 » | 1,536 20 | » » | 13 80 |
| | 8 | Chauffage et éclairage. . . . . | 650 » | 443 55 | » » | 206 45 |
| § 3. Frais de bureau. . | 9 | Dépenses diverses . . . . . | 500 » | 312 40 | » » | 187 60 |
| | 10 | Ports de lettres. . . . . | 150 » | 143 55 | » » | 6 45 |
| | 11 | Impressions d'avis, circulaires. . . . | 200 » | 223 35 | 23 35 | » » |
| § 4. Encaissements. . . | 12 | Change et timbre de mandats. . . . | 50 » | 14 50 | » » | 35 50 |
| § 5. Matériel. . . . . | 13 | Mobilier. . . . . | 100 » | 291 85 | 191 85 | » » |
| | 14 | Bibliothèque. . . . . | 500 » | 495 50 | » » | 4 50 |
| | 15 | Collections. . . . . | 50 » | 5 50 | » » | 44 50 |
| § 6. Publications. . . . | 16 | Bulletin — impr., papier, planches. | 7,500 » | 6,859 65 | » » | 640 35 |
| | 17 | Bulletin — port du Bulletin. . . . . | 1,000 » | 987 35 | » » | 12 65 |
| | 18 | Histoire des progrès de la géologie. | 3,200 » | 3,740 45 | 540 45 | » » |
| | 19 | Mémoires — achat d'exemplaires. . . | 2,000 » | 500 » | » » | 1,500 » |
| | 20 | Mémoires — dépenses supplém. . . . | 100 » | » » | » » | 100 » |
| | 21 | Mémoires — coloriage de cartes . . . | » » | » » | » » | 50 » |
| | 22 | Mémoires — menus frais. . . . . | 50 » | » » | » » | » » |
| § 7. Emploi de capitaux . . . . . | 23 | Placement de capitaux. . . . . | 1,200 » | 2,342 05 | 1,142 05 | » » |
| § 8. Dépenses imprév.. | 24 | Avances recouvrables. . . . . | 50 » | » » | » » | 50 » |
| | | Totaux. . . . | 22,250 » | 21,295 80 | 1,897 70 | 2,851 90 |

### COMPARAISON.

| | | |
|---|---|---|
| La Dépense présumée était de. . . . . | 22,250 | » |
| La Dépense effectuée est de. . . . . | 21,295 | 80 |
| Il y a diminution de. . . . . | 954 | 20 |

### RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1858.

| | | |
|---|---|---|
| La Recette totale étant de. . . . . | 22,088 | 09 |
| Et la Dépense totale étant de. . . . . | 21,295 | 80 |
| Il reste en caisse audit jour. . . . . | 792 | 29 |

## MOUVEMENT DES COTISATIONS UNE FOIS PAYÉES ET DES PLACEMENTS DE CAPITAUX.

| | | NOMBRE DES COTISATIONS. | VALEURS. fr. | c. |
|---|---|---|---|---|
| Recette | antérieurement à 1858... | 128 | 38,397 | 70 |
| | pendant l'année 1858..... | 8 | 2,400 | » |
| | Totaux..... | 136 | 40,797 | 70 |
| Legs Roberton..... | | | 12,600 | » |
| Total des capitaux encaissés. ..... | | | 53,397 | 70 |
| PLACEMENTS EN RENTES. | | fr. c. | | |
| 1,461 fr. de rentes 4 1/2 o/o..... | | 37,839 70 | 53,593 | 55 |
| 409 fr. de rentes 3 o/o..... | | 9,419 60 | | |
| 330 fr. de rentes : 22 obligations de chemins de fer..... | | 6,334 25 | | |
| 2,200 fr. de rentes. — Excédant de la dépense sur la recette..... ..... | | | 195 | 85 |

## MOUVEMENT DES ENTRÉES ET DES SORTIES DES MEMBRES AU 31 DÉCEMBRE 1858.

Au 31 décembre 1857, les membres maintenus sur les listes officielles comme devant contribuer aux dépenses de 1858 s'élevaient au nombre de 490, dont :

| | |
|---|---|
| 382 membres payant cotisation annuelle et 108 membres à vie . . . . . ci . . | 490 |
| Les réceptions, du 1er janvier au 31 décembre 1858, ont été de . . . . . | 30 |
| Total. . . . | 520 |
| A déduire pour cause de décès, démissions et radiations (en 1858) . . . . . | 24 |
| Le nombre des membres inscrits sur les registres, au 1er janvier 1859, s'élève à. . . . . | 496 |

Savoir : { 380 membres payant cotisation annuelle,
116 membres à vie (8 reçus en 1858).

Le Secrétaire donne lecture, au nom de la Commission de comptabilité, du rapport de M. Clément-Mullet sur la gestion du Trésorier pour l'année 1858.

*Rapport sur la gestion du Trésorier pour l'année* 1858.

Messieurs,

La Commission chargée de la vérification des comptes de M. le Trésorier m'ayant, cette année, continué la confiance dont elle m'avait honoré l'an dernier, je vais avoir l'honneur de vous présenter le résultat de notre examen.

RECETTES.

| | | |
|---|---|---|
| Les *cotisations courantes* prévues pour une somme de . . . . . | 7680 fr. | » c. |
| se sont arrêtées au chiffre de. . . . . | 5580 | » |
| Différence en moins. . . . | 2100 fr. | » c. |
| Les *cotisations arriérées* figuraient pour 3000 fr.; il a été reçu 1735 fr. 89 c. | | |
| Différence en moins. . . . | 1264 | 11 |
| Soit en tout. . . . | 3364 fr. | 11 c. |

Une diminution aussi considérable a dû fixer particulièrement l'attention de la Commission. Après un sérieux examen, nous ne pouvons l'expliquer que par le retard apporté pendant plusieurs années à la publication régulière du *Bulletin*. L'importance des recettes effectuées depuis la fin de l'année dernière, époque où notre *Bulletin* a été mis au courant, vient à l'appui de notre opinion.

Les *cotisations une fois payées*, prévues pour 1200 fr., se sont élevées à 2400 fr.; elles proviennent surtout de membres résidant à l'étranger, et qui ont compris que c'était le meilleur moyen de lever les difficultés de l'envoi de leurs cotisations annuelles. Il est à désirer que leur exemple trouve beaucoup d'imitateurs.

Les *droits d'entrée et de diplôme*, prévus pour 500 fr., se sont élevés à 580; excédant, 80 fr., ce qui prouve que le zèle pour l'étude de la géologie et que la sympathie pour notre Société sont loin de s'être ralentis.

La *vente du Bulletin* tant aux membres qu'aux libraires, prévue pour 1000 fr., est montée à 1082 fr., conséquemment a donné lieu à un excédant de recette de 82 fr.

La *recette extraordinaire relative au Bulletin* s'est élevée à 700 fr., y compris la remise d'une somme de 500 fr. faite par un membre pour couvrir la dépense extraordinaire causée par l'extension de ses communications.

La *vente de l'Histoire des progrès de la géologie*, prévue pour 1000 fr., a produit 1947 fr. 50 c. Nous reviendrons plus loin sur cette importante publication à l'achèvement de laquelle M. le Ministre de l'instruction publique a bien voulu concourir, comme par le passé, par sa souscription.

La *vente des Mémoires*, prévue pour 700 fr., n'a pas dépassé 256, c'est-à-dire que le chiffre de vente n'a pas même atteint la moitié de la prévision, ce qui s'explique, parce que la publication de la 2e partie du tome VI n'a paru qu'après la clôture de l'exercice.

*Rentes sur l'État.* Chiffre fixe et immuable, 1870 fr. — *Obligations de chemins de fer.* Arrérages en résultant, prévus pour 240 fr., mais élevés à 284 fr. 45 c., au moyen d'acquisitions nouvelles de ces obligations pour opérer le placement des cotisations uniques; conséquemment le revenu de la Société se trouve amélioré d'autant.

Les autres articles ne présentant aucune variation, nous les passerons sous silence, nous contentant de mentionner une somme de 800 fr. annuellement payée par les Sociétés Botanique et Météorologique pour leur participation au loyer, ce qui vient diminuer le chiffre de nos frais généraux.

## DÉPENSES.

Les quatre premiers paragraphes, comprenant quinze articles, concernent les frais généraux, et offrent comparativement aux prévisions une diminution finale de 283 fr. 70 c.

Au chapitre de l'*impression du Bulletin*, nous trouvons dans les dépenses une différence en moins assez notable ; mais cette diminution n'est qu'apparente ; plusieurs factures n'ayant été présentées qu'après la fin de l'année ne pourront figurer que dans les comptes de 1859.

Il en est de même pour la *publication des Mémoires*. La seconde partie du tome VI n'a paru qu'au commencement de l'année courante ; de là une diminution de 500 fr. dans les dépenses, formant la compensation à la diminution dans les recettes qui vous a été précédemment signalée.

L'*Histoire des progrès de la géologie* présente une augmentation de dépense de 540 fr. 45 c. sur les prévisions du budget, comme aussi nous avons une augmentation de recette de 947 fr. 50 c. sur cet article.

Nous avions constaté au 31 décembre 1857 un bénéfice de 773 fr. 35 c. au profit de la Société sur les six premiers volumes de cet ouvrage.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Depuis et pendant le cours de 1858, le tome VII a paru ; sa publication a occasionné une dépense de. | | | 3740 fr. | 45 c. |
| Il a été vendu pendant cette même année 418 volumes qui ont produit. | 1947 fr. | 50 c. | | |
| Ajoutant l'allocation ministérielle . . . . . | 1000 | » | 2947 | 50 |
| Reste en dépense. . . . . | | | 792 fr. | 95 c. |
| Si l'on déduit l'excédant de recette au 31 décembre 1857 . . . . . | | | 773 | 35 |
| Reste, en définitive, en dépense. . . . . | | | 19 fr. | 60 c. |

Ainsi, messieurs, la publication de cet ouvrage si justement apprécié couvre pour le moment les frais qu'elle a occasionnés à la Société ; mais n'oublions pas que cet heureux résultat n'a été obtenu que grâce au généreux concours de M. le Ministre de l'instruction publique. Espérons que son appui ne nous fera pas défaut pour la publication de plusieurs volumes qui restent à paraître.

Les *placements de capitaux* ont dépassé les prévisions de

1142 fr. 05 c. par suite de l'excédant de recette que présentent les cotisations uniques dont il a été question ci-dessus.

| | | |
|---|---|---|
| En définitive, la recette s'étant élevée à. | 22,088 fr. | 09 c. |
| Et la dépense à . . : . . . . . | 21,295 | 80 |
| Il restait en caisse au 31 décembre 1859. | 792 fr. | 29 c. |

Tels sont, messieurs, les résultats de la vérification que nous avons faite. L'ordre tenu par M. le Trésorier dans sa comptabilité et le bon arrangement des pièces comptables ont beaucoup facilité notre travail. Nous avons encore trouvé un très bon auxiliaire dans notre agent dont le zèle ne se ralentit point.

En conséquence, nous vous proposons d'approuver les comptes de l'exercice de 1858, et d'en prononcer la décharge en faveur de M. le Trésorier et en même temps de lui voter des remercîments.

Les conclusions de ce rapport sont adoptées après quelques observations de M. Viquesnel.

M. le Président, en constatant la situation prospère de la Société, rappelle que de nouvelles charges lui incomberont quand elle sera dans la nécessité de changer de local.

M. le Président présente la lettre suivante de M. Boué :

*Note sur la géologie de l'Herzégovine, de la Bosnie et de la Croatie turque ;* par M. A. Boué.

Les progrès dans la connaissance des rapports géologiques véritables de l'Empire autrichien rendent maintenant possible de mieux utiliser mes observations dans la partie N.-O. de la Turquie d'Europe. Il faut toujours se rappeler que ce sont des notes prises à la hâte par un voyageur à cheval, ne pouvant guère s'arrêter à loisir partout où bon lui semble. D'abord dans certains lieux, sur les frontières du Monténégro, il y avait chance de dangers personnels, et ailleurs, l'éloignement des étapes ne permettait pas toujours de trop longues haltes pendant la journée ; ceux qui ont fait de la géologie en Algérie vers le Sahara me comprendront mieux que tous les autres.

Connaît-on bien la géologie de deux pays, celle de la région

placée entre les deux est très aisée à déchiffrer. Or le N. O. de la Turquie est bien dans ce cas, car nous possédons la carte géologique de la Grèce, de la Thrace, nous avons d'assez bonnes notions sur l'Albanie, la Macédoine et la Servie, tandis que les géologues autrichiens ont étudié soit la Dalmatie, soit la Croatie, et dressé des cartes de l'Istrie, de la Styrie, de la Carinthie, du Tyrol, des Alpes italiennes (voy. l'intéressant Mém. de M. Franç. de Hauer avec sa carte, *Jahrb. d.geol. Reichanst.* 1858, p. 445). Les cartes de la Carniole, de la Croatie et de l'Esclavonie ne sont pas encore faites, mais la géologie de ces pays est débrouillée en gros. Or, on voit par ces cartes et les mémoires géologiques publiés, qu'une *formation très ancienne* se montre avec ses fossiles caractéristiques en Carinthie. Le *système dévonien* y a été reconnu par tous les gens compétents; je n'ai besoin que de citer les localités de Bleiberg et de Windisch-Kappel. La possibilité de l'existence du *silurien* dans cette dernière localité n'est jusqu'ici indiquée que par une espèce de trilobite. D'anciens terrains ont été soulevés et ont apparu au jour en couches inclinées au milieu du cirque de soulèvement des montagnes secondaires, au centre duquel est la ville de Windisch-Kappel (voy. mon mémoire sur l'Illyrie, *Mém. Soc. géol. Fr.*, v. II, 1835). Se porte-t-on à l'O., on voit le dévonien; et le *terrain houiller* forme dans les Alpes du Frioul une bande qui reparaît en Tyrol; le terrain houiller nous est figuré par de Hauer à la source des vallées de Sclave, Servio, Brembo, etc. Si nous nous portons à l'E. et au S. E., nous voyons le terrain dévonien en Styrie dans la vallée de la Saan comme aussi le terrain houiller à Merzlavoditza dans la Croatie maritime; de semblables roches anciennes existent à Sombor. Partout dans les Alpes italiennes, depuis le Lac Majeur et de Lugano jusqu'en Frioul, en Carinthie à Raibel, etc., en Croatie maritime, le *trias* recouvre les formations anciennes, en y présentant les fossiles caractéristiques de l'Europe centrale, et en outre un certain nombre de coquilles propres à ces contrées. Quoique ces séries de dépôts arénacés et calcaires aient été décrites par Arduino, Ferber, etc., si jamais une priorité de détermination géologique peut être réclamée à juste titre, c'est bien celle du muschelkalk et du trias en général dans le Vicentin par notre ami l'abbé Maraschini et par nous, lorsqu'en 1824 nous avions le bonheur de parcourir ensemble ce beau pays et que Maraschini publia tout de suite son *Saggio geologico*. Ce dernier réunit même au muschelkalk certaines lumachelles des Alpes et cela avec raison, comme l'ont prouvé des observations postérieures. M. Schau-

roth vient de se donner la peine de décrire toutes les variétés des espèces de fossiles du muschelkalk du Vicentin (voy. *Sitzungsber. d. K. Akad.* Wien, 1859). Sur le trias, y compris les *couches de Saint-Cassian*, viennent le *lias* composé du calcaire du dachstein à *Megalodus triqueter*, les *couches noirâtres de Kössen*, le *lias supérieur*, le *Jura*, le *néocomien*, la *craie avec système hippuritique*, puis l'*éocène à Nummulites* et le *miocène*. Ces différentes séries d'assises sont plus ou moins développées suivant les contrées. Si dans l'Istrie, la Dalmatie, la craie, l'éocène à Nummulites avec le macigno occupent une place énorme, ailleurs, dans les régions couvertes de plus hautes montagnes comme en Carinthie le calcaire à *Megalodus*, etc., forme d'épaisses masses (les *Karawaken*) tandis que la craie à Hippurites et l'éocène à Nummulites n'y apparaissent qu'en amas isolés.

Appliquant ces notions au *N. O. de la Turquie d'Europe*, nous voyons la constitution géologique de la Dalmatie s'étendre à l'*Herzégovine*; la craie à Hippurites y produit une crête de montagnes peu élevées, non-seulement sur la frontière dalmate, mais encore entre les vallées du Trebinischtitza et de la Krupa et du Buikostak, connue depuis à l'O. de Gatzko jusqu'à l'O. de Nevesign dans le Velesch entre ce bourg et Blagay. Le prolongement septentrional de cette chaîne forme le Porim entre Mostar et Konitza, ou plus exactement entre le cours du Warenta au S. E. et N. O. de Neretva et celui de la même rivière au N. O. de Mostar. La chaîne du Porim est bien plus élevée que le mont Velesch et les hauteurs au sud. Il est formé en bonne partie de calcaire compacte et de dolomie, qui appartiennent probablement en partie à la formation jurassique. Il y a là des roches ressemblant à la *majolica* italienne et employées pour des sarcophages. Néanmoins la craie hippuritique y existe aussi. De même, vers le *Monténégro* où les montagnes se relèvent, nous revoyons de la dolomie comme dans le pain de sucre supportant le lieu fort de Klobouk, et dans le Monténégro tous les renseignements indiquent, outre des terrains crétacés, du calcaire jurassique. Nous avons observé près de Scutari le calcaire à Nérinées et le terrain de Gosau. Dans la partie septentrionale et maritime de la *Haute-Albanie* la dolomie jurassique donne lieu aussi à quelques pitons triangulaires et isolés tels que ceux de Valiesch et Mévadies dans la plaine du Radrima au S. du Drim, du mont Veljelesch près de Kalmeti, de Lesinja près d'Antivari et de Mosoura au N. de Dulcigno. En outre il y a un système crétacé en partie schisteux et serpentineux et de l'éocène avec du macigno, dernière roche

qui produit les hauteurs entre la Bojona et le Drim à l'O. de Boutschera. Nous n'avons vu du miocène que plus au S. vers Tirana, mais cela ne l'exclut pas pour cela du bassin de Scutari, puisque nous n'avons fait qu'en traverser une très petite partie. Dans l'*Herzégovine* le *miocène* existe probablement dans les environs de Neretva, où il remplirait une espèce de bassin élevé entre de très hautes montagnes. Nous ne pouvons pas dire s'il manque dans tous les autres *bassins nombreux de l'Herzégovine*, savoir ceux de Nikschitch, Korito, Gatzko, Trebigne, Boukostak, Nevesign, Mostar et Blagay, Livno, Gradatz, etc. Dans ceux de Gatzko, de Nevsign et de Mortar-Blagay nous n'avons cru remarquer que des dépôts d'alluvion, surtout des agglomérats réunis par un suc calcaire. Ces dernières roches forment en particulier une basse crête près du confluent de la Bouna et Narenta, etc. (voy. ma *Turquie*, VI, p. 285). Le fond de ces cavités me paraît n'être que le fond de lacs écoulés. Dans ces cavités herzégoviennes existent cette *quantité de rivières*, qui en partie sortent toutes formées de terre pour bientôt *s'engouffrer* ailleurs et reparaître et disparaître deux, trois et quatre fois. Ces phénomènes intéressants sont très variables suivant la saison, car au printemps, dans l'abondance de l'eau, une rivière peut remplacer plusieurs de ces courtes rivières et *Katavotrons*, tandis que dans le temps de sécheresse leur nombre diminue et on n'a plus que la vue de lits secs de rivières ou à cailloux roulés. Ces engouffrements paraissent être favorisés par les fentes des calcaires et la facilité de la destruction de certaines parties de ces roches ; ces dernières appartiennent en bonne partie à la craie, mais je ne voudrais pas assurer qu'il n'y en a pas de plus ancienne date ou même que l'éocène n'y prend pas part. Autant que j'ai pu le voir, les *roches à Nummulites* existent çà et là en Herzégovine et même à un niveau assez élevé à l'O. et au N. E. de Gatzko.

D'une autre part une remarque facile à faire, c'est qu'en Bosnie et en Servie les katavotrons, les rivières souterraines et les cours d'eau sont des raretés ; s'il y en a çà et là, quelques-uns de ces lieux ont l'air d'être couverts de roches crétacées. Au contraire, dans le prolongement naturel des couches et des montagnes de l'Herzégovine, de l'E. au N. O., parallèlement à celles de la Dalmatie, nous retrouvons les mêmes cavités sans issue, à rivières courtes et s'engouffrant. Dans ce cas sont les cavités de Liono, de Schvitza, de Keupri, de Blagay, de Glamosch, de Tzerniloug, de Gravro en *Croatie turque*. Toutes les eaux de ces cavités voisines de la Dalmatie reparaissent en deçà des montagnes calcaires

formant la frontière, de même que les eaux de la cavité de Nikschitch ressortent en deçà de la montagne dans le Monténégro pour y former en arrivant d'Ostrog une des sources mères de la Zeta, nom que cette eau porte déjà à Nikschitch.

A l'exception de l'éocène la *Bosnie* paraîtrait contenir tous les terrains indiqués en Herzégovine, et, d'après l'orographie de la Croatie turque, je ne serais pas non plus porté à croire à l'existence de l'*éocène* dans cette contrée. D'après l'analogie avec la disposition des terrains tertiaires dans le bassin austro-hongrois, l'éocène ne pourrait guère exister que sur la limite septentrionale des formations secondaires et tertiaires en Bosnie et en Croatie. Or, autant que j'ai pu le voir, le terrain tertiaire en général n'entre point dans les vallées de ces pays si loin qu'en Servie; même au centre du pays à Kragorèjevatz et jusque dans la vallée de la Morava Serbe on observe soit du miocène à fossiles d'eau saumâtre, soit des calcaires d'eau douce, mais l'éocène à Nummulites paraît y manquer absolument. En Bosnie la mer tertiaire a eu des baies moins profondes en étendue et un rivage élevé plus entier, comme de Tabanitsch au N. de Zvornik jusqu'à la Talla, au S. des parties supérieures de l'Okrina de Bonjalouka à Doboj. Le terrain tertiaire forme de basses collines le long d'une arête plus élevée de montagnes çà et là à escarpements calcaires. Mais à l'O. de Bonjalouka le sol tertiaire et alluvial remonte plus loin le long de la Sanna, en isolant de plus hautes montagnes comme le Kosaratz. La *partie la plus ancienne du sol bosniaque* paraîtrait être placée au centre du pays, en particulier entre Kiseljak et le mont Setz. Dans cette vallée de Vojnitza il y a une série continue d'alternances de roches micacées et talqueuses et de calcaires compactes, et à l'entour et surtout au bord sont d'épais dépôts de schistes argileux et arénacés, dans lesquels je n'ai pas aperçu de fossiles, quoiqu'ils en puissent contenir (route de Vojnitza à Bouforatz et Vitesch, de Rakovitza et Kiseljak à Bouzovatz). Je pense actuellement que probablement ces dépôts sont plus anciens que le dévonien, et en général la grande cavité centrale de la Bosnie limitée par Travnik, Schoutinska, Visoka, Serinja, Serajevo et Voinitza, et entourée par les montagnes élevées du Bitornja, Vranatz, Radouscha, Setz, Radowan au S. et par d'autres un peu moins hautes au N., me paraîtrait avoir pour base ces terrains anciens, qui sont recouverts au pourtour de la cavité par d'épais dépôts secondaires surtout calcaires. Si ces formations s'enfoncent au N. sous ces derniers sans reparaître, peut-être il n'en est pas de même au S., car on

les retrouve dans les profondes vallées au S. de Voinitza et dans les branches du Lepenitza ainsi qu'à Kreschevo où il y a du cinnabre. Je les ai coupées de Bradina à Tarschin et Rivest. C'était encore des alternats de calcaire compacte et de schistes et plus au S. des schistes argileux. En Servie du moins, où le système crétacé contient des grès carpathiques, je n'ai pas vu de roches si cristallines que celles de la vallée de la Voinitza. Pour en retrouver de cette espèce il faut voyager au S. E. jusqu'au centre de la Turquie vers le pourtour du bassin de Kosovo, à l'E. de Prischtina ou entre cette plaine et Soua-Ricka à l'E. de Prizren. Dans ce pays ces terrains sont placés à côté des micaschistes des frontières de la Macédoine et des roches talqueuses à protogine du Schar. — Si le lias des Alpes existe dans l'Albanie et la Macédoine, cela ne pourrait être que le long du Drim noir, à l'E. du lac d'Ochtrida, à l'O. de celui de Castoria et dans le Pin de l'Olympe et le Vitosch. Néanmoins si je me crois autorisé à présent à me prononcer différemment sur l'âge des roches de la vallée de Voinitza et ses environs, il s'élève toujours dans mon esprit des doutes sur la séparation possible des *schistes argileux adjacents* mentionnés d'avec ces *roches schisto-arénacées du système crétacé en Servie.* Or nos schistes argileux de Bosnie se revoient au nord de la grande cavité centrale de la Bosnie, dans le fond de la vallée de l'Ougra, comme aussi entre Goresda et Pratza et dans le bas du mont Glieb à l'Est d'Ipek dans les monts du Stari-Kolaschin. Ensuite toute cette route de Bagniska par Priepolie, Plevlie, Tschainitza, Goreschda, Pratza et Koleschitz a lieu en bonne partie sur un sol de schistes silicifiés et les monts voisins sont calcaires. Ai-je eu raison de n'y voir qu'un système crétacé? En Servie même il se présente dans la partie S. O., près de Stoudenitza, des schistes micacés et des terrains qui sont plus anciens que la craie. Partout ces schistes argileux apparaissent dans les parties inférieures des montagnes ; le sommet se trouve garni de calcaire compacte, qui pourrait représenter peut-être le lias des Alpes ou le calcaire du zechstein ; c'est le cas au mont Glieb, dans les montagnes de Starikolaschin où les schistes sont sur le versant nord, dans celles entre Rojai et le Lim, au S. N. de Miloschevo, dans la montagne de Tobienik entre Triepolie et Taschlitza, où les schistes sont sur le côté sud, entre Koleschitz et Serajevo, où les monts calcaires sont au nord entre Serajevo et le plateau calcaire au nord de Mokro, etc.

D'une autre part, l'analogie et mes observations me semblent dire que j'ai eu tort d'englober dans le crétacé tous les cal-

caires des montagnes de Bosnie et surtout ceux qui y forment l'arête la plus élevée s'étendant des monts Prokletia en Albanie et du Kom et Dormitor au Volojak (à l'E. du Leberschnik, à l'E. de Gatzko) et de son prolongement qui les relie aux monts Vranatz, Setz, Radowan, etc. Il y a là une masse considérable de *pics dolomitiques* qui me paraissent en quelques rapports d'analogie avec ceux du Tyrol méridional. Les seuls points où j'aie aperçu quelque analogie avec le trias seraient au-devant du confluent du Tara, de la Piva et Soretschesa, où ces trois rivières forment la *Drina*. Ainsi *vers Mokro* au N. O. de Serajevo, je ne doute guère qu'on découvrira un jour en Bosnie le *lias des Alpes*, au moins le calcaire à *Megalodus* et celui du Jura; je n'ai vu nulle part quelque chose de semblable aux roches de Kössen, mais j'ai rencontré toujours dans des positions élevées de puissants dépôts de *craie à Hippurites*, comme à Vitoglia, Vratsche, sur le plateau calcaire entre Mokro et la vallée de Krivaja, Ricka, etc. Or ces dépôts étant ordinairement à la base de la craie, les calcaires inférieurs devraient être autre chose que de la craie. Je n'y ai aperçu aucune roche ressemblant aux roches fossilifères de Itallstadt, Hallein et Salzbourg. Une autre énigme est présentée en Bosnie par les *sources salées de Puzla*, qui sont sans analogues voisins, car on a recherché inutilement du sel en Servie et il n'y en a point en Croatie, ni en Styrie ni en Carinthie; en général les sources salées sont sur le versant nord des Alpes et non point sur le côté sud: l'endroit le plus voisin de Puzla dans la direction du N. O. serait Aclmont en Styrie, où ces eaux surgissent d'un terrain triasique, placé à côté d'une formation silurienne ou plus ancienne même. En Bosnie leur place est très-près du sol tertiaire; nous ne savons pas si le sol tertiaire pénètre fort avant dans la grande vallée de la Jalla ou Spretza; le Medvednjak au N. ne pourrait guère n'être qu'une crête tertiaire, parce qu'il est sur le même alignement que le Tzer en Servie, qui forme un promontoire secondaire dans la mer tertiaire. Ces sources salées ne doivent pas être en rapport avec *celles qui contiennent beaucoup d'acide carbonique* ainsi que des *sels alcalins* et qui surgissent sur une ligne S. E.-N. O à Kiseliak, Lepenitza, Slatina, etc. (voy. ma *Turquie*, vol. I, p. 386).

Sur une ligne parallèle plus à l'O. se trouvent les eaux semblables de Rohitsch en Croatie et de Gleichenberg en Styrie. Au contraire les sources acidules en question paraissent liées à celles qui sont thermales, et il est assez curieux sous ce rapport de placer sur une carte une règle dans une direction S.-E.-N. O. et de voir se ranger dans cet alignement à la suite des thermes de

Bagniska et Banjaluka et des eaux acidules mentionnées dans ma *Turquie*, non pas seulement les eaux semblables thermales (Toplitza) et acidules de la Croatie et Styrie, mais encore ce qui est plus étonnant, les thermes de Karlsbad et les eaux acidules d'Eger, les eaux minérales du Thuringerwald et tout à fait au nord les eaux acidules de Pyrmont et les eaux minérales des bords du Weser; les thermes de la basse Autriche restent un peu sur le côté E., elles se dirigent S.-E -N.-O.

Ces sources semblent n'indiquer que les évents, c'est-à-dire les plus profondes fractures de la croûte terrestre. A l'O., un autre alignement sensiblement parallèle comprend les thermes du Salzbourg et les eaux minérales du Nassau et des bords du Rhin (Aix-la-Chapelle, Spa). A l'E., on peut établir des lignes semblables au moyen des thermes de la Servie, du Banat, de la Hongrie, de la Turquie centrale et des sources acidules de la Transylvanie. Puis viennent en Asie celles de l'Asie Mineure dans d'autres directions, et celles du Caucase et de la Perse, etc. Cela n'empêche pas de lier aux soulèvements des chaînes voisines ces mêmes eaux minérales comme, par exemple celles d'Eger, Karlsbad, Bilin, Tœplitz, etc.; ce sont des lieux de croisements d'anciennes fentes.

M. Michelot communique au nom de l'auteur la note suivante :

*Sur la présence du gault et de la craie chloritée dans la Haute-Saône, aux environs de Gray;* par M. E. Perron.

L'intérêt qui s'attache en ce moment aux observations sur les étages inférieurs de la formation crétacée, soit sous le rapport de la stratigraphie, soit sous le rapport de l'extension géographique de cette formation, m'engage à faire connaître dès à présent, bien que sommairement, la présence de la craie inférieure et du gault dans les environs de Gray.

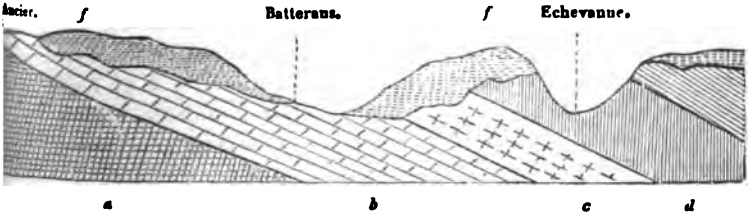
Ce dernier étage est connu depuis longtemps dans la Franche-Comté. La craie inférieure ou craie chloritée y a été signalée récemment par MM. Lory (1) et Coquand (2), et, dès l'année 1855, je l'avais reconnue dans la large dépression que j'appelle la *vallée de la Saône*, au pied des collines de Gy, ainsi qu'à Pontailler-sur-

(1) *Mém. de la Soc. d'émulation du Doubs*, 3e sér., vol. II, 1857.
(2) *Ibid.*

Saône. Au mois de septembre de la même année, je l'indiquais à l'illustre et regrettable Alc. d'Orbigny que l'étude si intéressante du littoral jurassique du bassin méditerranéen avait attiré chez nous. Cependant, à cette époque, la superposition, la nature de la roche, ainsi que l'inclinaison des couches en concordance avec l'inclinaison des couches du gault sous-jacentes, étaient à peu près les seuls motifs sur lesquels je m'appuyais pour rapporter à l'étage cénomanien les roches crayeuses qui surmontent l'assise marneuse qui constitue ici l'étage albien. Un oursin (*Holaster subglobosus*?, Agass.) trouvé à Pontailler-sur-Saône par M. Giroux (d'Auxonne), et un fragment de Térébratule récolté aux environs de Gy par d'Orbigny lui-même, en compagnie du docteur E. de Fromentel, étaient les seuls fossiles qui pussent, en ce moment, appuyer de leur témoignage la détermination d'étage que semblait indiquer la position stratigraphique.

Mais, dans le courant de l'année dernière, la découverte que je fis à Échevanne, près Gray, du gault caractérisé par des fossiles nombreux, m'amena bientôt à constater au même lieu la présence de la craie inférieure avec un gîte fossilifère abondant.

La coupe ci-dessous est nécessaire pour l'intelligence de ce qui va suivre.




*a*. Kimméridgien.
*b*. Portlandien.
*c*. Néocomien.
*d*. Gault (albien, d'Orb.).
*e*. Craie inférieure (cénomanien, d'Orb.).
*f*. Terrain du minerai de fer pisiforme.

Lorsque l'on quitte, auprès d'Ancier, la route de Gray à Besançon pour s'engager dans le petit vallon arrosé par le ruisseau qui alimente le haut fourneau de Batterans et qui prend sa source à Échevanne, on laisse à gauche une colline élevée d'une trentaine de mètres au-dessus du sol de l'étroite prairie qui borde ce ruisseau. La base de cette colline est formée par l'assise marneuse à *Ostrea virgula* qui termine l'étage kimméridgien. Plus haut, on

rencontre les couches inférieures de l'étage portlandien dont j'ai donné la description dans une précédente notice (1).

A la hauteur du village de Batterans, les assises portlandiennes, inclinées au S.-E., disparaissent sous le dépôt superficiel argilo-ferrugineux que nous désignons ici sous le nom de *terrain du minerai de fer pisiforme* que lui a donné M. Thirria (2), dont les travaux sont encore si utiles aux géologues qui étudient le terrain de la Haute-Saône.

A partir de ce point, indiqué par une dépression assez profonde due plutôt à une dénudation qu'à une dislocation, le sol, recouvert par la forêt et composé du même terrain argilo-ferrugineux, ne présente aucune coupure qui permette de constater *de visu* la présence probable du néocomien en recouvrement sur les dernières assises portlandiennes. Cependant je n'ai pas hésité à faire figurer cet étage dans la coupe ci-dessus, par la raison que le dépôt de ce terrain au-dessus des dernières couches jurassiques ne peut être douteux puisqu'on reconnaît sa superposition dans un grand nombre de localités voisines, notamment à Valay, Germigney, Venère, le Trembloy, Champvans, etc.

A deux cents mètres environ de la tuilerie d'Échevanne, à gauche du chemin vicinal qui conduit de Batterans à cette commune, existe une excavation, d'environ quatre mètres de profondeur, pratiquée pour l'extraction de la terre à tuiles. On y reconnaît que le terrain de minerai de fer, qui constitue le sol extérieur sur une profondeur variable de 50 centimètres à un mètre, recouvre une assise de marne brun-verdâtre, micacée, sableuse, renfermant en assez grande abondance des fossiles généralement pyriteux, parmi lesquels je citerai les suivants :

*Ammonites Beudanti*, Brong.
— *mamillatus*, Schl.
— *latidorsatus*, Mich.
— *Delucii*, Brug.
*Belemnites minimus*, Lister.
*Ptychoceras barrensis*, Buv.
*Hamites alterno-tuberculatus*, Leym.
*Arca nana*, d'Orb.

Un grand nombre d'autres fossiles complètent cette faune,

(1) *Bull. Soc. géol.* 2e sér., t. XIII.
(2) *Statistique géologique de la Haute-Saône*, 1853.

d'ailleurs suffisamment caractéristique du gault (étage albien, d'Orb.). Ils appartiennent à des espèces probablement inédites des genres *Ammonites*, *Toxoceras*, *Ptychoceras*, *Hamites*, *Nucula*, *Leda*, *Arca*, *Hyposalenia*, etc. J'y ai récolté aussi des débris de crustacés, des moules peu déterminables de gastéropodes, des plaques d'Oursins et des dents de poisson. Ces fossiles sont généralement de petite taille. A l'exception des Bélemnites, des dents de poisson, et des débris d'oursins, ils sont tous plus ou moins pyriteux. Les céphalopodes dominent.

La faune de cette localité me paraît très riche en espèces; malheureusement l'exploitation de la terre à tuiles a si peu d'importance, qu'à moins de fouilles imprévues, je dois me résigner à attendre longtemps avant de composer une collection complète.

Le gault existe d'ailleurs en d'autres points des environs de Gray; à Bucey-les-Gy, à Velleclaire, à Virey, au Trembloy, à Baujeux et à la ferme d'Étaules près Mottey-sur-Saône, il est fossilifère et renferme bon nombre des espèces les plus caractéristiques de l'étage.

A droite du même chemin vicinal près duquel se trouve la fouille qui met à nu la marne albienne, au delà du petit vallon qui longe ce chemin, existe une colline élevée d'environ 20 mètres au-dessus de ce vallon. Aucune ouverture ne paraît avoir été pratiquée dans le sol de cette colline; mais, pour peu que l'observateur soit familiarisé avec l'aspect que prennent, par suite de la culture, les roches sous-jacentes, il ne tarde pas à reconnaître qu'elle est constituée inférieurement et jusqu'à mi-coteau par la marne verdâtre de la colline qui fait face. Cette marne est d'ailleurs amenée à la surface avec son aspect habituel et les débris de fossiles, soit par les travaux quelque peu approfondis de la culture, soit par le travail encore plus profond des taupes et des mulots. Sa surface supérieure est aussi indiquée par une ligne de petites sources que surmonte un sol blanchâtre qui indique la craie inférieure.

Comme je viens de le dire, aucune excavation ne permet d'établir une coupe détaillée des couches qui composent ce terrain, dont l'ensemble peut avoir une épaisseur approximative de 15 mètres. C'est à la surface du sol cultivé qu'on recueille pêle-mêle les fossiles qui le caractérisent. Une petite rigole, pratiquée pour l'écoulement des eaux, m'a seulement permis de voir la roche en place sur une faible épaisseur. C'est une marne d'un blanc jaunâtre, très effervescente, en tout point semblable à celle qui constitue la craie d'Oye (Doubs), localité déjà citée par

MM. Lory et Coquand, et riche en fossiles dont je possède quelques échantillons.

Les fossiles, que j'y ai recueillis avec M. Étallon qui m'a accompagné dans une de mes courses et auquel je dois la détermination des espèces, ne laissent aucun doute sur l'étage auquel appartient cette marne blanchâtre. Tous ceux qui sont susceptibles de détermination caractérisent la craie de Rouen ou craie chloritée (étage cénomanien, d'Orb.).

Les espèces les plus certaines sont :

*Ammonites varians*, Sow.
— *rhotomagensis*, Lam.
*Scaphites æqualis*, Sow.
*Terebratula lacrymosa*, d'Orb.
— *lima*, d'Orb.
*Rhynchonella Grasiana*, d'Orb.
*Terebratella Menardi*, d'Orb.
*Discoidea subuculus*, Klein.

A ces fossiles, tous caractéristiques, se joignent d'autres espèces appartenant aux genres *Inoceramus* (*I. cuneiformis?*, d'Orb.), *Ostrea*, *Terebratula* (*T. pisum?*, Sow.), *Terebratulina*, *Hemiaster*, *Hyposalenia*; des Serpules, des Spirorbes, des bryozoaires et des spongiaires. M. Étallon y a rencontré une vertèbre de poisson d'un diamètre de 85 millimètres.

Le sommet de la colline qui domine au S. le village d'Échevanne est, comme on l'observe pour la plupart des collines des environs de Gray, recouvert par le terrain de minerai de fer dont la présence, sur un grand nombre de points, à la surface du sol, vient s'ajouter aux difficultés résultant de nombreuses dislocations, et rendre plus difficile l'étude stratigraphique et la reconnaissance des limites des étages jurassiques, crétacés et tertiaires qui constituent le sous-sol de notre contrée.

L'étage cénomanien existe dans d'autres localités du pays graylois; j'ai à divers reprises constaté sa présence dans le voisinage de la petite ville de Gy, où on le rencontre incliné au N.-O., de 8° à 10°, et disparaissant sous le terrain tertiaire d'eau douce, duquel il est facile à distinguer, au premier coup d'œil, par suite de la parfaite horizontalité qui caractérise les couches de ce dernier terrain.

Je dois ajouter que si, à Échevanne, il n'est pas possible de constater en ce moment, avec toute la certitude désirable, la concordance très probable des étages crétacés, soit entre eux, soit

avec les dernières assises jurassiques, les observations que j'ai faites aux environs de Gy me portent à croire que, dans la Haute-Saône, les terrains jurassique et crétacé, après s'être déposés successivement et sans discordance appréciable, ont reçu leur inclinaison actuelle des mêmes bouleversements.

M. Horion commence la lecture d'un mémoire sur le terrain crétacé dans les provinces de Hainaut et de Liége.

---

## *Séance du* 2 *mai* 1859.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. Albert Gaudry, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

### DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le professeur Agassiz, *On Marcou's geology of north America*, in-8, p. 134-140 (extr. du *The American Journal of science and arts*, 1859).

De la part de M. E.-E. Deslongchamps, *Mémoire sur la couche à* Leptæna *du lias* (extr. du III^e vol. du *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie*), in-8, 68 p. 6 pl.

De la part de M. E. Desor, *Synopsis des Échinides fossiles*, in-8, 490 p., avec un *Atlas* in-8 de 44 pl. Paris, 1858; chez Ch. Reinwald.

De la part de M. James D. Dana :

1° *On the currents of the Ocean*, in-8, p. 231-233 ;

2° *Rewiew of Marcou's geology of north America*, in-8, p. 323-333.

(Ces deux notices extraites de *The American Journal of science and arts*, 1858.)

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1859, 1^er semestre, t. XLVIII, n^os 16 et 17.

*Annuaire de la Société météorologique de France*, t. VI, 1858. — *Bulletin des séances*, f. 17-24.

*Bulletin de la Société de géographie*, 4e série, t. XVII, n° 90, mars 1859.

*L'Institut*, nos 1320 et 1321, 1859.

*Société impériale et centrale d'agriculture. — Bulletin des séances*, 2e série, t. XIV, n° 2, 1859.

*Réforme agricole*, par M. Nérée Boubée, n° 124, 12e année, avril 1859.

*Journal d'agriculture de la Côte-d'Or*, 3e série, t. IV, nos 2 et 3, février et mars 1859.

*Annales de la Société impériale d'agriculture, etc., du département de la Loire*, t. II, livraisons 1 à 4, année 1858.

*Annales de la Société d'agriculture, etc., du Puy*, t. XX, 1855-1856.

*Société impériale d'agriculture, etc., de Valenciennes, Revue agricole, etc.*, Xe année, n° 9, mars 1859.

*Bulletin de la Société de l'industrie minérale* (de Saint-Étienne), t. IV, 2e livraison, octobre à décembre 1858.

*The Athenæum*, nos 1643 et 1644, 1859.

*Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt, etc.*, du Dr Petermann, 1859, n° 3.

*Siebenter Bericht der Oberhessischen Gesellschaft fur Natur- und Heilkunde. — Giessen*; janvier 1859.

*Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales*, t. IX, n° 4, avril 1859.

*Revista minera*, t. X, n° 214, avril 1859.

*The Canadian naturalist and geologist and proceedings of nat. hist. of Montreal*, février 1859.

M. Horion achève la lecture de son mémoire sur le terrain crétacé dans les provinces de Hainaut et de Liège :

## *Notice sur le terrain crétacé de la Belgique ;*
## par M. Charles Horion, docteur ès science et en médecine.

L'intérêt qui se rattache aujourd'hui à l'étude du terrain crétacé et en fait une question à l'ordre du jour m'engage à communiquer à la Société la synthèse des observations que j'ai recueillies sur ce terrain dans les provinces de Liége et du Hainaut.

Rapprochée des communications si intéressantes de MM. Triger, Delanoüe, Hébert et Gosselet, ainsi que de la publication de M. Toilliez sur les terrains crétacés du Hainaut et du nord de la France, la présente note, en attirant l'attention des géologues sur ces contrées, suscitera, j'espère, d'autres travaux qui fixeront définitivement la science sur ces points (1).

### I. TERRAIN CRÉTACÉ DU HAINAUT.

En étudiant les différents étages crétacés dans leur ordre chronologique, nous avons à nous occuper d'abord du plus ancien, c'est-à-dire du

I. *Système aachénien de Dumont.* — (*a*) Dans tout le Hainaut, à Mons comme à Tournay, je l'ai vu, constamment identique avec lui-même, se composer de trois parties :

1. Une partie inférieure, poudingue ou conglomérat formé du remaniement des roches antérieures et presque exclusivement de phtanites, jaspes et quartz houillers. Les fragments diminuent de volume à mesure qu'on s'élève, et parfois passent au gravier ou au sable grossier.

2. Une partie moyenne, à prédominance d'argile généralement plastique et ligniteuse, noirâtre et bleuâtre. On l'exploite pour poterie à Baudour, Hautrages, etc. Parfois, cependant, on trouve des fragments de lignites dans la partie supérieure et dans l'inférieure.

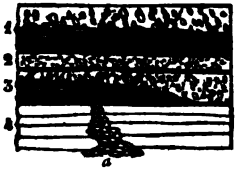
3. Partie supérieure, sable brun chocolat ou argile sableuse

---

(1) Mes observations sur le Hainaut remontent à décembre 1857 ; sur le pays de Bray, au mois de mars 1858 ; sur la Haute-Marne, au mois d'octobre 1852 ; et sur les environs de Visé, ma ville natale, à différentes époques depuis 1856. Pour ne pas allonger mon travail, je renvoie, pour l'historique, à l'ouvrage de M. d'Archiac (*Histoire des progrès de la géologie*, t. IV, p. 141 à 193).

d'un bleu ardoisé, souvent pailletée ; à l'air, ces argiles ou ces sables deviennent gris par la combustion de leur carbone.

4. La limonite géodique qu'on exploite à Tournay appartient bien à l'époque aachénienne, comme l'avait du reste montré mon illustre maître, Dumont. En effet, elle est remaniée à l'époque suivante, et, à Tournay, on la voit s'imprégner dans tout le système aachénien, après avoir traversé le calcaire. Dans les environs de Mons je ne connais cette limonite un peu abondante que dans l'excavation qui longe le chemin de fer en allant de la Louvière au ruisseau de Baume. Elle y existe surtout à la partie inférieure. Cependant je l'ai vue former en un point un filon mince s'élevant jusqu'au système nervien, où elle était remaniée et donnant à la base de ce système l'apparence du tourtia de Tournay.




1. Silex cariés, avec marne jaunâtre.
2. Glauconie sablo-argileuse.
3. Tourtia.
4. Aachénien.
a. Limonite géodique.

b. 1. Ces différentes parties s'observent très bien en suivant le ruisseau qui des carrières de Maizière, au nord de Mons, se dirige au nord jusqu'au terrain houiller ; seulement on n'y trouve pas de limonite comme à la Louvière.

Dans la bande aachénienne qui s'étend de Hautrages et Baudour au nord de Maizière, et où l'on exploite l'argile, on trouve souvent des fragments ligniteux imprégnés de sperkise.

2. Enfin, je ferai observer que le système aachénien qui, dans les carrières de Tournay, repose immédiatement sur le calcaire carbonifère ou sur le phtanite houiller, semble beaucoup plus confus qu'aux environs de Mons. Mais, avec un peu d'attention, on reconnaît encore la prédominance des trois parties que nous avons décrites, en ce sens que les cailloux, qui existent parfois seuls, forment presque toujours la partie inférieure, et que l'argile et le sable argileux, lorsqu'ils existent, reposent, la première sur les cailloux, le second sur l'argile.

Dans la partie inférieure on voit souvent que le phtanite

houiller a été remué et fragmenté sur place, et il faut alors une certaine attention pour le distinguer du terrain houiller inférieur *normal*; de petits lits graveleux interposés facilitent cependant parfois la distinction.

A la partie supérieure, c'est souvent du phtanite réduit en poudre redevenue cohérente en masse, et blanchi par la combustion du carbone, identiquement comme nous le verrons à Visé. Le minerai de fer n'est exploité que dans les carrières en dehors de la porte de Lille, et un peu aussi dans celles du faubourg de Valenciennes.

*c.* Je n'ai pas parlé des fossiles de ce système, parce que jusqu'à présent on n'y a trouvé d'autres corps organisés que des lignites.

II. *Système hervien de Dumont* (partie) gault des paléontologues. — Entre le système aachénien de Dumont et son sytème nervien, je ne puis ranger que la roche dite *meule de Bracquegnies*. J'exposerai plus loin les raisons qui me font placer le tourtia de Tournay au même niveau que celui de Mons.

*a.* La roche de Bracquegnies est un sable fin, meuble ou cohérent, gris verdâtre, glauconifère. On y trouve des rognons siliceux blanchâtres ou jaunâtres, et des plaques de grès vert de $0^{m},1$ d'épaisseur, contenant des veines d'opale d'un blanc laiteux, soluble dans la potasse caustique, d'après Dumont. La partie la plus inférieure que j'aie pu observer est souvent zonée de brun ferrugineux, et m'a présenté quelques petits cailloux de quartz roulés, ce qui me fait présumer qu'elle ne doit pas être éloignée de la base.

*b.* J'ai trouvé surtout dans cette partie inférieure des blocs entièrement pétris de fossiles. J'en dois en partie la détermination à M. Gosselet que je ne saurais trop remercier de son obligeance. Or tous les fossiles déterminés caractérisent le gault, excepté le *Cardium Hillanum*, qui appartient à la craie chloritée. En voici la liste :

*Cardium Hillanum*, Sow.
*Cardita tenuicosta*, Pict.
*Astarte Sabaudiana*, Pict. et Ren.
*Ostrea conica*, Sow., var. *minor*.
*Avellana incrassata*, Mant.
*Cerithium Lallierianum*, d'Orb.
*Turritella Rauliniana*, d'Orb.
*Dentalium decussatum*, Sow.
Espèces nouvelles : *Solarium*, *Rostellaria* (2 esp.), *Turbo*, *Arca*, *Trigonia*, *Turritella* (2 esp.).

Ces fossiles sont en silice hydratée (opale), d'un blanc laiteux opaque ou bien gris de fumée translucide.

*c*. La roche de Bracquegnies, avec les fossiles susmentionnés, se voit derrière une maison à peu près vis-à-vis l'école. Le contact avec le système nervien qui la ravine est visible derrière une maison à 90 mètres O.-N.-O. de celle-ci, en suivant le grand chemin dirigé du sud au nord. On ne voit pas ici la limite inférieure de la meule, mais je n'hésite pas à la considérer comme supérieure au système aachénien que l'on retrouve un peu plus à l'est. C'est du reste, je crois, l'opinion des géologues du pays.

M. Toilliez signale encore la meule dans d'autres points; mais M. Gosselet a émis quelques doutes sur son identité avec celle de Bracquegnies. M. Toilliez, mieux que personne, est à même d'éclaircir cette question (1).

*d*. Signalons ici cette intercalation du gault entre le système aachénien et le nervien (cénomannien). Ce sera un argument que nous tâcherons de faire valoir pour identifier le système aachénien du Hainaut avec celui de la province de Liége et celui du pays de Bray.

III. *Système nervien de Dumont* (cénomanien et turonien ou craie chloritée et craie marneuse). — J'y comprends 1° le tourtia de Mons, Tournay; 2° les marnes bleu verdâtre ou vertes, dites *dièves*; 3° les marnes jaunâtres dites *fortes-toises* avec rognons ou bancs de silex dits *rabots* à Mons, ou bien sans silex à Tournay.

1. *Tourtia ou système cénomannien* (Craie chloritée). — D'après mes observations, et en m'appuyant à la fois sur les données paléontologiques et minéralogiques, je me vois forcé ici de me séparer de l'opinion de mon cher maître, et de considérer les tourtias de Tournay et de Montignies-sur-Roc comme synchroniques de celui de Mons. En effet :

*a*. Quatre éléments entrent surtout dans la constitution du tourtia.

1. Des cailloux de phtanite, jaspe, silex houillers ou aachéniens remaniés, rarement des cailloux de calcaire. Très souvent, par imprégnation, ces cailloux siliceux sont devenus bruns ou verts ou bien zonés de brun ou de vert à l'extérieur. Nous retrouverons ce caractère à Visé. Ces cailloux ne manquent presque jamais.

2. Des fragments de limonite remaniés et à angles arrondis et

---

(1) N'oublions pas que M. Gosselet (*Bulletin*, 2e sér., t. XVI, p. 123-124) signale à Wignehies, entre le cénomanien et l'aachénien, un sable ocreux glauconifère, avec fossiles du gault, et qui, évidemment, correspond à la meule de Bracquegnies.

de la limonite en poudre ou en grains, donnant à la masse, lorsqu'elle est abondante, une couleur brune, comme à Tournay. Or cette limonite remaniée n'existe que là où le système aachénien sous jacent en renferme. C'est en partie ce qui fait que le tourtia de Tournay diffère autant de celui de Mons. Mais à propos du système aachénien, nous avons cité la coupe de la Louvière où l'on voit le minerai de fer former un filon à travers ce système et se trouver remanié dans le tourtia qui le surmonte. Or, en ce point, le tourtia est presque exclusivement ferrugineux avec rare glauconie, et ressemble beaucoup à celui de Tournay, tandis qu'à un mètre de là il reprend tous les caractères du tourtia de Mons.

3. De la glauconie. Très-abondante à Mons, elle donne au tourtia cette couleur d'un vert très prononcé qui en a fait faire un étage différent de celui de Tournay, où elle est très rare, disséminée, parfois en petites poches, mais ne dominant jamais dans la couleur de la masse.

4° De la marne jaunâtre ou du sable glauconifères. La marne ressemble à celle que l'on trouve au-dessus du tourtia. Elle est jaunâtre à Tournay, bleu verdâtre à Baudour, Maizière, et, dans cette dernière localité, on la voit remplacée dans certains points par du sable glauconifère. Cette marne est généralement friable, mais parfois elle devient excessivement dure, et transforme le tourtia en gompholite. Ainsi à Tournay, dans la même carrière de la porte de Lille, on trouve toutes les nuances entre la dureté extrême et la friabilité; à Montignies-sur-Roc, j'ai trouvé, reposant sur du psammite rouge dévonien, du tourtia friable, tandis que celui qui est généralement connu est très-résistant. Notons ici que le sable glauconifère peut exister seul à la partie supérieure du tourtia, les cailloux restant à la partie inférieure (coupe de Maizière). Ces sables accidentels seraient cependant mieux placés dans le système suivant :

*b*. Les fossiles du tourtia de Tournay et de Montignies-sur-Roc sont ceux du système cénomannien ou de la craie chloritée. Citons l'*Ammonites varians*, Sow., *A. Mantelli*, Sow., *Turrilites costatus*, Lam., *Scaphites æqualis.*, Sow.; *Terebratula biplicata*, Defr.

Pour Montignies, on en trouvera la liste dans la Géologie de la Belgique, publiée par M. Omalius dans l'*Encyclopédie populaire*, liste donnée d'après M. Nyst.

Ceux de Tournay ont été publiés par M. d'Archiac dans les *Mémoires de la Société géologique*, 2e série, tome II.

M. de Ryckholt, qui possède une collection magnifique de fos-

siles de Tournay, etc., a décrit beaucoup d'espèces nouvelles dans ses *Mélanges* publiés par l'Académie de Belgique.

Quant aux fossiles du tourtia de Mons, M. Toilliez a comblé la lacune qui existait à leur égard, en y signalant le *Nautilus elegans*, Sow., à Bernissart et à Quiévrechin, le *Pecten asper*, Lamk, à Bernissart et à Elougues, et l'*Ostrea columba*, Desh., à Bernissart et à Ghlin, fossiles également cénomaniens. Si l'on n'en cite pas vers l'est (à Baudour, Maizière, Bracquegnies), je pense que la similitude des couches suffit à y fixer l'âge du tourtia, car de Ghlin à Maizière il n'y a qu'une distance de 6000 mètres.

La paléontologie identifie dans les deux tourtias distingués par Dumont.

L'existence du *Pecten asper*, de l'*Ammonites varians* et de l'*Ostrea columba* au même niveau semblerait indiquer que les trois zones fossilifères qu'on a distinguées dans la craie chloritée du bassin de Paris n'existent pas ici. Mais ces résultats ont besoin d'être confirmés avant qu'on puisse en tirer des déductions positives.

*c.* Un autre fait qui confirme l'identification des tourtias, c'est qu'en admettant ce parallélisme, on a exactement à Mons et à Tournay la même succession de couches, tandis qu'en plaçant, comme Dumont, le tourtia de Tournay à un niveau inférieur à la meule de Bracquegnies, on se trouve en présence de cette anomalie singulière, que ce tourtia n'existe pas sous la meule à Bracquegnies, etc., pas plus que la meule n'existe au-dessus du tourtia à Tournay, Montignies; et en outre, tandis que la marne nervienne existerait à Tournay, on n'y observerait pas le tourtia du même nom. Je ne dis pas qu'en dessous des meules on n'ait pas observé de tourtia, c'est-à-dire de conglomérat limoniteux et même glauconifère, mais ce n'est pas dans le Hainaut que je sache, et cela sort alors de notre cadre.

*d.* Nous avons observé le tourtia à Montignies-sur-Roc, à Baudour, à la Louvière, à Maizière (en suivant le ruisseau) et à Tournay (carrières de la porte de Lille et du faubourg de Valenciennes). Nous avons parlé des particularités propres à chaque localité; nous n'avons plus qu'à en signaler quelques-unes.

1. A Tournay (porte de Lille), le tourtia, qui a une épaisseur de $0^m,10$ à $0^m,50$, repose dans les ondulations du système aachénien. La partie supérieure, au contraire, est presque horizontale et tranche nettement de loin sur la marne; mais de près, on voit que la marne fait partie intégrante du tourtia, et dans certains points elle existe presque seule au milieu de ce dernier;

de même on voit parfois les cailloux du tourtia s'élever un peu dans la marne. Donc celle-ci a commencé à se former en même temps que le tourtia, et minéralogiquement il serait impossible d'en faire deux systèmes distincts.

2. Dans la coupe du ruisseau de Maizière, les couches inférieures affleurent vers le N., bien que l'inclinaison du sol soit dirigée au S. Or, aux carrières, on voit le système sénonien (craie glauconifère) reposer sur les bancs continus de silex, et ceux-ci sur la marne jaune. En suivant le ruisseau au N., on voit successivement la marne jaune reposer sur la verte ou bleu verdâtre glauconifère, puis celle-ci devenir plus sableuse, et présenter des cailloux à la base. Ceux-ci y sont séparés des bancs de silex par un espace d'environ 10 mètres de haut. Plus loin la glauconie sableuse présente deux petits lits d'argile noire charbonneuse ; elle repose sur le tourtia, et celui-ci sur les sables aachéniens. En avançant, on trouve ensuite les trois zones aachéniennes que nous avons décrites, puis on arrive au phtanite houiller.

II. *Marnes du système turonien* (craie marneuse).

*a*. Cette marne renferme, dans les environs de Mons, des concrétions siliceuses ou marno-siliceuses, ou des silex qui n'existent pas à Tournay.

Dans cette marne, on peut distinguer deux parties : une inférieure, la moins épaisse, verdâtre ou bleu verdâtre, et une supérieure, jaunâtre ou blanc jaunâtre.

1. Dièves ou marnes bleu verdâtre à Mons, vertes à Tournay. J'ai observé la marne bleu verdâtre à Baudour, dans un puits d'extraction de l'argile aachénienne, à 300 mètres au nord de l'église. Elle ressemble trait pour trait à une marne qui à Visé lui correspond minéralogiquement, mais dont les fossiles sont sénoniens. La même marne s'observe dans la coupe de Maizière ; nous y avons cité des concrétions jaspiques ou argileuses, gris brunâtre ou bleu verdâtre glauconifères. Rappelons qu'en dessous cette marne on observe ici un peu de sable glauconifère qu'on doit probablement rapporter au même étage plutôt qu'au tourtia.

Dans la coupe de la Louvière à Saint-Waast, cette couche est plus sableuse et très mince dans l'excavation à côté du chemin de fer près la Louvière ; mais on la retrouve avec les mêmes caractères qu'à Maizière, le long de la rivière de Baume, à 300 mètres avant le moulin de Haine-Saint-Paul.

A Bracquegnies, même chose qu'à Maizière ; mais la marne est plus sableuse et beaucoup plus verte ; elle forme même une ou

deux zones dans la marne jaune qui la surmonte. A Élougues, au moulin d'Augreau, près Montignies-sur-Roc, même chose qu'à Baudour.

A Tournay, nous retrouvons cette couche dans les carrières de la porte de Lille et du faubourg de Valenciennes. C'est une marne entièrement verte, à grains de glauconie non visibles. La couche est mince et généralement discontinue. A la base de la marne qui vient au-dessus, on observe souvent des zones bleuâtres qui rappellent la nuance de la marne de Baudour. Parfois dans la marne verte sont intercalées de petites poches de marne jaunâtre avec rognons blancs de carbonate et de phosphate calcique.

2. Fortes-toises ou marne jaune avec silex à Mons, gris jaunâtre, sans silex, à Tournay.

α. Pour les environs de Mons, y compris Angres, nous pouvons la formuler comme suit : marne jaunâtre où les concrétions siliceuses d'abord, les silex ensuite, deviennent de plus en plus abondants à mesure qu'on s'élève. A la partie inférieure, on observe souvent le passage des dièves aux fortes-toises, établi par la diminution, puis par la disparition de la glauconie.

La partie inférieure est généralement sans concrétions, puis on y voit apparaître des concrétions gris brunâtre ou bleuâtre mat, jaspiques ou argiliteuses ; puis le centre de ces concrétions passe au silex, et finalement ce ne sont plus, à la partie supérieure, que des silex très caverneux dits rabots, gris brunâtre ou noir brunâtre, au milieu d'une marne jaune peu abondante.

On peut observer ces faits dans la coupe de la Louvière à Saint-Waast, de Bracquegnies vers Thieu, dans la coupe de Maizière, dans celle d'Augreau à Angres, à Baudour, etc.

Mais à Baudour, on n'observe que les concrétions sans silex ; il n'y aurait donc ici que la partie inférieure de la marne. Par contre, à Maizière et à Haine-Saint-Paul, l'émission de *silice* a été tellement abondante, qu'elle a formé à la partie supérieure de la marne des bancs épais et continus de silex exploités pour pavés.

MM. Le Hardy de Beaulieu et Toilliez ont fixé mon attention sur des fissures verticales qu'on y observe à la partie inférieure, et qui seraient les cheminées des sources qui auraient fourni toute cette silice. Cette opinion me paraît probable. La silice des sources de Maizière, Haine Saint-Paul, etc., se sera répandue dans les eaux de la mer, et aura formé ces concrétions et ces silex qui sont d'autant moins abondants que la marne se sera déposée

plus loin des sources, et *vice versâ*. Aussi n'observe-t-on même plus de silex, mais seulement des concrétions à Tournay.

Quant à Bracquegnies et à la Louvière, les silex s'y trouvent presque sans marne qui n'existe guère qu'à la partie inférieure ; on dirait que des eaux sont venues enlever la marne au milieu des silex qui sont restés sur place, mais sont descendus de niveau, et viennent parfois reposer sur la glauconie nervienne, comme on le voit à la Louvière.

β. A Tournay (porte de Lille et faubourg de Valenciennes), la marne est uniformément gris blanchâtre ou un peu jaunâtre, peu cohérente, sauf à la partie supérieure, où elle forme des concrétions arrondies, plus jaunes, mais uniquement marneuses, ou du moins très peu siliceuses, et beaucoup moins cohérentes et dures que celles de Mons.

*b*. Les fossiles rencontrés dans la marne sont ceux du système turonien de d'Orbigny ou de la craie marneuse des géologues français.

1. M. Toilliez a cependant trouvé dans les dièves la *Terebratula biplicata*, Defr., ce qui les lui fait ranger, avec le tourtia, dans le système cénomanien. Moi-même, j'ai rencontré, à la base de la marne jaune de Tournay, la *Rhynchonella compressa*, d'Orb., du grès vert du Mans ; mais à Baudour j'y ai trouvé l'*Ostrea lateralis*, Nills., et l'*Otodus appendiculatus*, Ag., que mon ami, M. Gosselet, possède des marnes turoniennes d'Autreppe, et en cela je suis heureux d'être entièrement de son avis pour ranger les dièves dans le système turonien plutôt que dans le cénomanien. Cependant, pour décider la question, il faudra qu'on y trouve plus d'espèces que celles qu'on en connaît.

2. Quant aux marnes jaunes, M. Toilliez y signale, pour les environs de Mons, le *Dentalium difforme*, la *Terebratulina gracilis*, Schloth., et une Hippurite. M. Gosselet, dans son rapport sur la notice de M. Toilliez, y ajoute dans les rabots le *Gastrochæna amphisbena*, le *Spondylus spinosus*, Desh, l'*Inoceramus labiatus* (ou *problematicus*), et l'*Ananchytes gibba*, Lamk, espèces qu'il a observées dans la collection de ce savant ingénieur.

D'un autre côté, j'ai trouvé, à la base de la marne gris jaunâtre de Tournay, les espèces suivantes :

* *Cidaris clavigera*, Kœn.
*Inoceramus problematicus*, d'Orb.
* *Spondylus spinosus ?*, Desh.
*Terebratulina gracilis*, d'Orb.

— *campaniensis*, d'Orb.
*Rhynchonella compressa*, d'Orb.

Les deux espèces marquées d'un astérisque y sont déjà citées par M. d'Archiac.

3. On peut donc rapporter, d'après les fossiles, au système turonien de d'Orbigny, les marnes et les silex nerviens de Dumont, malgré certaines espèces, comme la *Rhynchonella compressa*, la *Terebratula biplicata*, qui appartiennent au cénomanien, et quelques autres, comme le *Cidaris clavigera*, le *Spondylus spinosus*, l'*Ostrea lateralis*, la *Terebratulina gracilis*, qui passent dans le système sénonien.

IV. *Système sénonien de Dumont et des paléontologues*. Deux assises le constituent.

1. *Craie glauconifère* (gris des mineurs, craie de Reims).

A. Aux environs de Mons.

*a*. C'est une craie ordinairement friable, remplie de grains de glauconie et d'un aspect général gris verdâtre, mais présentant parfois des zones d'un vert plus foncé. Supérieurement elle passe insensiblement à la craie blanche.

*b*. D'après la collection de M. Toilliez, M. Gosselet y cite :

*Ostrea conica*, var. *minor*.
— *flabelliformis*, Nills.
— *lateralis*, Nills.
*Spondylus spinosus*, Desh.
*Terebratulina gracilis*.
*Cidarites variolaris*, Goldf.
*Ptychodus latissimus*, Ag.
*Oxyrhina Mantelli*, Ag.

J'y ai rencontré la plupart de ces fossiles. Je puis y ajouter la *Rhynchonella vespertilio*, d'Orb., et l'*Ostrea diluviana?*, Goldf. jeune. Cependant je n'y ai pas trouvé la *Belemnitella quadrata* qui, à Visé, accompagne la plupart des fossiles précédents, et que M. Toilliez possède de la craie blanche qui vient au-dessus.

*c*. Cet horizon se voit très bien à Maizière au-dessus des bancs de silex. On voit même ces silex y former à la partie inférieure quelques bancs de rognons peu épais et caverneux, passant supérieurement aux concrétions siliceuses jaunâtres et verdâtres; mais le passage à la craie blanche ne s'observe pas ici.

Dans l'escarpement qui longe la rivière, derrière le moulin de Saint-Vaast, on voit cette craie glauconifère, sur 8 mètres d'épaisseur, reposer au niveau de la rivière sur les mêmes silex

qu'à Maizière. La limite supérieure n'est pas visible en ce point ; mais si l'on se transporte à 300 mètres O.-N.-O. du moulin, dans un chemin dirigé du N.-E. au S.-O., on observe un talus de craie où, près d'un petit pont, on voit le passage de la craie verte à la craie blanche se faire insensiblement par diminution de la glauconie.

Enfin, j'ai observé cet horizon dans le chemin de Bracquegnies à Thieu, près la rivière, au-dessus des silex et de la marne, puis, en sortant d'Andregnies, vers Montignies-sur-Roc.

B. Tournay. Je n'y connais rien qui corresponde à la craie glauconifère de Saint-Vaast.

II. *Craie blanche traçante* (craie de Meudon).

*a.* Elle présente inférieurement des rognons de jaspe gris (plutôt que silex, vu l'absence de translucidité) qui passent bientôt au silex noir en rognons disséminés. Les ouvriers à Ville-sur-Haime m'ont donné, comme en provenant, des sphéroïdes de pyrite.

La partie inférieure est parfois très dure (route de Baudour à Ghlin). Enfin, à la partie supérieure, au contact du système de Maëstricht, on observe, sur le chemin de fer de Frameries à Mons et sur le chemin de Frameries à Ciply, une zone de 1/4 à 1/2 mètre environ, formée de plaques très dures, de concrétions calcaréo-siliceuses, compactes, mates, blanc grisâtre ou jaune brunâtre, avec fissures et dénudations béantes supérieurement. Ce fait a déjà été signalé par MM. d'Archiac, Hébert, etc.

*b.* Comme fossiles, j'y ai trouvé la *Belemnitella mucronata* et l'*Ostrea vesicularis* Je rappelle ici que M. Toilliez y aurait observé la *Belemnitella quadrata* à Obourg. MM. d'Archiac, Léveillé et Hébert y citent du reste d'autres fossiles de la craie de Meudon.

*c.* C'est à Saint-Vaast qu'on observe le mieux sa partie moyenne et inférieure, et son passage à la craie glauconifère.

A Andregnies, existe un lambeau de craie blanche.

Enfin, à Tournay, près du cimetière, j'ai trouvé une excavation, vestige d'une ancienne carrière, où l'on voit des fragments de craie blanche et des rognons de silex noirs ; mais je n'ai pas vu les rapports avec les parties inférieures.

III. *Conclusion.* — Les fossiles de la craie glauconifère appartiennent donc à la base du système sénonien de d'Orbigny (craie de Reims), et ceux de la craie blanche à la partie supérieure du système (craie blanche de Meudon). Cependant les *Ostrea lateralis* et *conica*, et la *Terebratulina gracilis* de la craie glauconifère, appartiennent aussi à la craie marneuse (système turonien).

V. *Système maëstrichstien de Dumont* [craie supérieure de M. Hébert, calcaire pisolitique (1)].

Ce système repose généralement dans des dénudations ou de légères fissures de la craie blanche qui au contact est durcie et souvent jaunâtre (voir la note insérée par M. Hébert t. XX, 1re partie, p. 369 des *Bulletins de l'Académie de Belgique*). J'y ai observé la même succession de couches que MM. Léveillé, d'Archiac et Hébert, etc., bien que dans des points un peu différents. Je me contenterai donc de les rappeler ici, afin de pouvoir établir plus loin leur concordance avec celles de Maëstricht.

1. A la base, on a généralement une assise de calcaire grossier avec petits cailloux, ferrugineuse seulement, ou bien en outre glauconifère, comme dans l'escarpement entre Ciply et Frameries. Cette glauconie n'avait pas été signalée par les auteurs précités; nous la retrouverons à Maëstricht. Cette assise repose toujours dans les dénudations de la craie blanche. On y trouve des *Ananchytes ovata* et des *Belemnitella mucronata* roulés.

2. La deuxième assise est une craie gris cendré, friable. Dans la coupe du chemin de fer de Frameries vers Mons, je l'ai vue, bien que peu épaisse ($0^m,10$), reposer sur l'assise caillouteuse, et représenter ainsi identiquement ce qu'on observe à *Meudon*; mais dans le chemin creux qui au sud de Ciply se dirige du S.-O. au N.-E. vers Mesvin, on trouve au delà du ruisseau 4 à 6 mètres de cette craie grise pétrie de fossiles, et renfermant entre autres la *Fissurirostra pectiniformis*.

Bien que je n'aie pas vu le contact avec la craie blanche qui est en dessous, j'admets avec M. Hébert que celle-ci n'y est pas dure et qu'on n'observe pas là de couche caillouteuse. De ce qui précède, il résulterait que la craie grise s'est déposée en même temps que la couche caillouteuse. Toutefois, avant d'être complétement affirmatif là-dessus, j'aurais besoin d'étudier davantage ce point, surtout sous le rapport des fossiles, et qu'elle a continué à se déposer après elle.

3. L'assise supérieure est un calcaire grossier gris jaunâtre sans silex. Il repose soit sur la couche caillouteuse, soit sur la craie gris cendré, lorsque celle-ci existe. Vers la partie inférieure, on y trouve dans les carrières à 500 mètres est de l'église de Ciply,

(1) Ce système n'existe pas à Tournay, mais seulement aux environs de Ciply.

un banc à *Dentalium Mosæ*, et, au-dessus, de nombreux polypiers; donc les mêmes fossiles qu'à Maëstricht (1).

## II. *Terrain crétacé de la province de Liége*, etc.

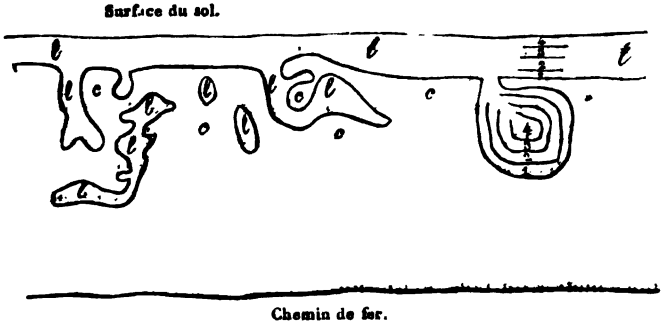
Mes observations ont été faites dans la montagne Saint-Pierre qui forme un tout continu depuis Maëstricht jusque Eure-le-Romain, puis aux environs de Visé, Hervé, Aubel, Aix-la Chapelle.

Dans ces différentes localités, on observe presque identiquement la même succession de couches que dans le Hainaut au point de vue pétrographique, ce qui me permettra d'abréger mes descriptions. J'emploierai la nomenclature de Dumont, parce que ses superpositions sont exactes; ses synonymies seules peuvent être contestées.

I. *Système aachénien.*

*a.* 1. Il repose, à Visé, sur les calcaires dévoniens ou carbonifères, ou sur les phtanites houillers, et est surmonté par le système hervien. Il présente généralement le même faciès qu'à Tournay, sauf la limonite qui est peu abondante. Je l'ai cependant observée à l'état géodique au-dessus du calcaire dévonien, sur lequel repose le belvédère à l'entrée de Richelle. D'un autre côté, dans le bois dit du Baron, à Visé, et dans l'excavation de la route de Visé à

(1) Sur le chemin de fer entre Frameries et Cuesme, on voit le système landénien inférieur raviner profondément les systèmes sénonien et maëstrichtien, et y produire des orgues très remarquables, dont voici quelques dessins.




*l.* Landénien.
*c.* Crétace (craie blanche et craie supérieure).

La tranchée, en coupant obliquement les goulots de communication, les fait parfois paraître isolés au milieu de la craie.

Berneau, près ce village, j'y ai trouvé une argilite avec des grains de limonite oolitique vacuolaire, comme dans les sables ferrugineux du pays de Bray.

Ce système présente les trois mêmes zones que dans le Hainaut.

1° Partie inférieure. Conglomérât ou poudingue formé de débris de phtanites et jaspes houillers, comme à Maizière, à Tournay, etc.; ainsi dans l'excavation près Berneau, sur la route de Visé; idem route de Visé à Lorette, au premier coude; idem au-dessus des premières carrières de calcaire près de Visé. Parfois le phtanite a été complétement trituré et blanchi, comme à Tournay, et est redevenu cohérent avec quelques petits cailloux de quartz blanc roulés qui ont résisté à la trituration: ainsi au-dessus de la carrière Dozin près Richelle, puis dans le chemin des Horres, au-dessus du calcaire. Il est à l'état de poudingue cohérent dans le chemin de Visé à Richelle, dans le bois du Baron, et sur la rive gauche de la Berwine, entre Berneau et Mouland.

2° La partie moyenne est ordinairement une argile plastique gris bleuâtre, ardoisée, comme à Baudour et à la Louvière, et feuilletée; ainsi au four Dozin, sur la route de Berneau, etc.

3° α. La partie supérieure est une argile sableuse, d'un bleu ardoisé, tendre ou durcie (argilite). Ainsi, dans les deux points précédents, puis dans les chemins de la Fontaine et du Malconvoi à Visé.

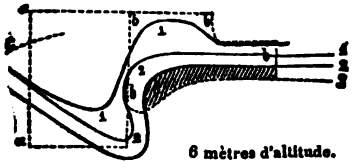
Elle passe dans certains points au silex gris bleu ardoisé, parfois en blocs de 1 à 2 mètres de côté sur 1 mètre d'épaisseur (bois du Baron, rive gauche de la Berwine, entre Berneau et Mouland).

β. Cette partie supérieure renferme, surtout dans les argilites, des traces de bois fossile. En outre, dans le bois du Baron, on y trouve des tubulures cylindriques de 1/2 centimètre de diamètre et cannelées à l'intérieur. Jusqu'à présent, je ne sache pas qu'on y ait trouvé d'autres fossiles.

2. Un fait remarquable à Visé, c'est que ce système, tout en restant horizontal, comme du reste les autres systèmes crétacés qui vont suivre, se trouve à des altitudes très différentes dans des points voisins. Ainsi, dans l'enclos du Baron, on le voit, au sud du bois, à 6 ou 7 mètres au-dessus du point où on l'observe à l'O. du même bois et cela à 60 mètres de distance; au N.-O. et à quelques mètres du bois, existe une dépression du sol. Or, l'aachénien et le hervien suivent les contours de cette dépression, comme l'indique le plan suivant (1).

---

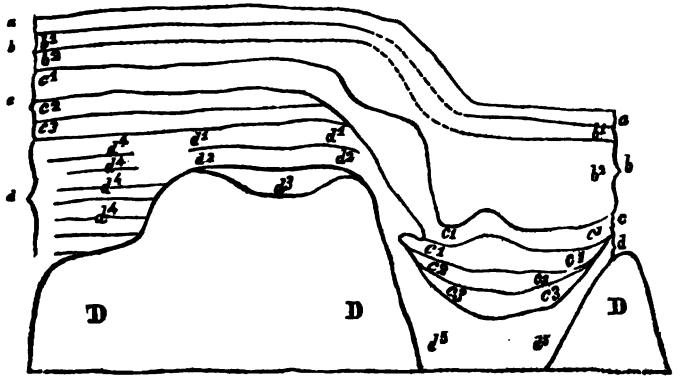
(1) Qui pourrait aussi bien figurer une projection sur un plan vertical.




1. Hervien. — 2. Aachénien. — 3. Houiller.
*a*. Haie. — *b*. Bois. — *c*. Enclos.

Au-dessus des rochers des bords de la Meuse, l'altitude est au moins de 15 mètres supérieure à celle du point précédent le plus inférieur. Le point le plus bas est celui du chemin de la Fontaine, de sorte que, entre les points extrêmes, il doit y avoir environ 20 mètres de différence d'altitude.

Dans le chemin des Horres, à côté du deuxième rocher à gauche, on observe une poche du calcaire dévonien remplie par les systèmes aachénien et hervien, comme le montre la figure suivante :




*a*. Moderne.
*b*. Quaternaire. . { $b^1$. Limon hesbayen. / $b^2$. Gravier diluvien.
*c*. Hervien. . . . { $c^1$. Marne brune supérieure, grise, à rognons phosphatés inférieurement, et à gauche, graveleuse vers la base / $c^2$. Glauconie argileuse. / $c^3$. Gravier glauconifère limoniteux (tourtia).
*d*. Aachénien. . . { $d^1$. Argile blanche. / $d^2$. Argilite caillouteuse. / $d^3$. Argile blanche. / $d^4$. Couches diverses avec limonite. / $d^5$. Conglomérat aachénien.
D. Calcaire dévonien.

Donc le sol présentait antérieurement des reliefs et des dépressions, et les terrains crétacés se sont déposés uniformément par-

tout. Or, des dénudations postérieures les ont généralement enlevés dans les bas-fonds, tandis que ceux déposés sur les hauteurs sont restés intacts.

*b*. 1. A Aix-la-Chapelle, ce système a identiquement le faciès des sables ferrugineux du pays de Bray. En effet, la partie inférieure est constituée de sables jaunâtres ou brun ferrugineux, parfois avec lits blancs. Je regrette de ne pas avoir pu observer son contact avec des terrains plus anciens (1).

La partie moyenne présente une prédominance d'argiles bleuâtres ou noirâtres avec bois fossile et lits sableux intercalés.

La partie supérieure est formée de sables ou de grès gris, jaunes ou bruns, parfois limoniteux.

J'ai observé ces trois zones au Lusberg (Aix); puis à 15 minutes d'Aix, sur la route de la Vieille-Montagne, le système est surmonté de sables verts, caillouteux à la base (système hervien de Dumont).

2. Bien que ces deux systèmes présentent ici un aspect assez différent, je n'hésite pas à les assimiler complétement. En effet, en revenant d'Aix à Visé, j'ai trouvé, en descendant la montagne vers Chevemont, la coupe suivante de haut en bas :

| | |
|---|---|
| 1. Craie blanche à silex, avec *Ananchytes ovata*. | |
| 2. Psammite ou argilite glauconifère. . . . . | Système hervien. |
| 3. Argile sableuse, avec limonite remaniée. . . . | |
| 4. Glauconie sableuse, avec rognons glauconifères. | |
| 5. Marne plastique gris jaunâtre. . . . . | |
| 6. Plus bas, contre le ruisseau, sable et grès grisâtres et jaunâtres comme à Aix. | |

Ici donc le système hervien avec l'aspect de Visé repose sur l'aachénien avec l'aspect d'Aix.

Ce point est situé entre le Bleyberg et Aubel.

La cause de cette variation d'aspect du système aachénien provient des roches dont il est formé. En effet, à Visé, ce sont des jaspes et des phtanites, roches très-dures ou se désagrégeant en fines particules. Au contraire, près d'Aix, le terrain houiller inférieur est principalement formé de grès qui, par remaniement, sera repassé à son état primitif de sable que la limonite aachénienne aura plus ou moins coloré en jaune ou brun.

*c*. 1. Quant au synchronisme du système aachénien du Hainaut et

(1) M. Debey cite des conglomérats à la base de ces sables, ce qui augmenterait l'analogie avec Visé.

de la province de Liége, remarquons qu'on n'y a pas trouvé de fossiles. M. Debey cite bien des fucoïdes et des animaux marins à *Aix*, mais à quel étage faut-il les rapporter? C'est ce qu'on ignore.

Müller cite, comme venant des sables ferrugineux du bois d'Aix, la *Turritella Bachiana*, Goldf., et encore, dit-il, ce pourrait bien être un Buccin.

Mais, si le caractère paléontologique nous fait défaut, le caractère minéralogique est tellement semblable dans les deux provinces, qu'on ne peut presque s'empêcher de les assimiler; on y observe toujours en effet les trois mêmes zones; dans les deux provinces, ce sont les roches secondaires les plus inférieures. Certes, par cette assimilation, il restera à Visé une lacune entre l'aachénien et le hervien, dont les fossiles sont ceux du système sénonien; car, entre l'aachénien du Hainaut et le sénonien, il y a le cénomanien et le turonien qui sont interposés.

Mais remarquons que dans le Hainaut même il existe presque partout une lacune semblable, car nous voyons à Bracquegnies le gault s'interposer entre l'aachénien et le cénomanien.

Il n'est donc pas impossible que les eaux, après avoir déposé le système aachénien dans les deux provinces, s'en soient retirées complétement, sauf à Bracquegnies, etc., où s'est formé le gault; que, revenant ensuite dans tout le Hainaut, elles y aient déposé les systèmes cénomanien et turonien en remaniant les roches sous-jacentes; enfin, que pendant le dépôt consécutif de la craie glauconifère sénonienne dans le Hainaut, elles aient fait irruption dans la province de Liége, où elles ont remanié les roches sous-jacentes, d'où la couche caillouteuse que nous allons voir à la base du système sénonien de d'Orbigny, comme nous l'avons vue dans le Hainaut à la base du système cénomanien.

2. Enfin, quant à l'âge réel à assigner à ce système, remarquons que les sables ferrugineux du pays de Bray sont identiques sous tous les rapports avec ceux d'Aix-la-Chapelle, dont ils présentent les trois zones (voir à St.-Paul, à Savignies); que d'un autre côté, ces sables sont, par rapport à l'argile bleue du gault, dans le même rapport que l'aachénien du Hainaut, relativement au gault de Bracquegnies; que la partie inférieure de ces sables renferme de la limonite géodique comme dans le Hainaut et à Visé, et de la limonite oolitique vacuolaire (carrière entre Rainvilliers et St.-Paul) comme à Visé.

La partie inférieure de ces sables renferme des fossiles que M. Graaf inclinait à rapporter au néocomien. Mais M. Hébert,

page 122 du *Bulletin* de 1858-59, nous dit qu'il a vérifié la découverte de M. Ébray, qui aurait trouvé des fossiles du gault au-dessous et au-dessus de ces sables, à Cosne.

D'un autre côté, M. Dumont rapportait l'aachénien, en 1852, aux sables et grès ferrugineux avec limonite géodique, inférieurs au néocomien de Vassy, et il y a certes la plus grande analogie de composition minéralogique de part et d'autre. On serait encore plus tenté d'admettre cette opinion en considérant alors qu'à Vassy, le système néocomien a pu aussi bien s'intercaler entre le gault et l'aachénien, qu'à Bracquegnies le gault s'est intercalé entre le nervien et l'aachénien, qu'enfin, dans tout le Hainaut, par rapport à la province de Liége, le cénomanien et le turonien se sont intercalés entre l'aachénien et le sénonien. Mais la découverte de M. Ébray ébranle ma conviction à cet égard, et, jusqu'à plus ample informé, je crois prudent, sans assigner d'époque, de ne rapporter le système aachénien de Belgique qu'aux sables ferrugineux du pays de Bray, lesquels correspondent à ceux de Paris (puits de Grenelle) et du Boulonnais.

Si ces sables ferrugineux sont du gault, M. Gosselet aura l'honneur d'avoir le premier émis cette opinion.

M. Triger n'avait probablement pas observé le système aachénien, quand il dit (*Bulletin*, t. XV, p. 208) que le *Spondylus spinosus* et la *Belemnitella quadrata* existent à Aix dans les couches secondaires les plus anciennes reposant directement sur les terrains de transition.

II. *Système hervien* (sénonien inférieur, craie de Reims). M. Dumont y voyait le néocomien, le gault et le cénomannien. Comme nous ne pouvons adopter cette synonymie, et que les couches de ce système correspondent exactement à celles du système nervien du Hainaut par leur composition, nous nous servirons de dénominations qui rappellent celles-ci.

I. Visé.

*a*. Conglomérat limoniteux glauconifère (tourtia).

1. La description est identiquement la même que celle du tourtia de Mons, à laquelle je renvoie.

La limonite remaniée est assez abondante ; mêmes fragments de jaspes et phtanites houillers et ici de silex aachéniens zonés de brun et de vert à l'intérieur ; glauconie assez abondante, marneuse ou sableuse ; quelquefois de la delvauxine remaniée.

2. Les fossiles appartiennent à l'horizon de la craie de Reims ou de Fécamp, base du système sénonien de d'Orbigny.

Voici la liste de ceux que j'ai trouvés et dont je suis sûr :

*Belemnitella quadrata*, d'Orb.
*Spondylus spinosus*, Desh. (non l'*æqualis*, Héb., de Meudon).
**Pecten quadri-* et *quinquecostatus*, Sow.
**Ostrea laciniata*, d'Orb.
— *diluviana*, Goldf. (syn. *santonensis*, d'Orb.).
* — *flabelliformis*, Nills.
* — *vesicularis*, Lamk.
— *normanniana*, d'Orb.
*Rhynchonella vespertilio*, d'Orb.

Parmi les espèces douteuses :

*Arca*, 2 esp., dont une voisine de la *Mailleana*, d'Orb.
*Lucina*, une esp.; *Inoceramus*, une esp.; *Nautilus*, une esp.
**Turbo paludinæformis*, d'Arch.; moules de gastéropodes, etc.

Les espèces marquées d'un astérisque sont citées par Müller dans les sables verts d'Aix-la-Chapelle. M. de Ryckholt y cite encore quelques autres espèces.

3. On observe le conglomérat au-dessus des carrières calcaires des bords de la Meuse, où il repose sur les systèmes aachénien, houiller, ou sur le calcaire, et est surmonté de la marne dont nous allons parler.

On l'observe encore dans tous les autres points où nous avons cité le système aachénien, excepté entre Berneau et Mouland, où il a été enlevé par érosion, lors du dépôt de la craie blanche.

*b*. Marnes bleu-verdâtres et jaunâtres.

1° Elles ont exactement les caractères de la marne nervienne du Hainaut, sauf qu'on n'y trouve pas de silex. Ces marnes reposent sur le conglomérat dont les cailloux y pénètrent même parfois en diminuant de grosseur. La glauconie du conglomérat pénètre aussi dans la marne, mais diminue d'abondance à mesure qu'on s'élève. Parfois même la partie inférieure est très glauconifère et sableuse comme à Maizière; la couleur bleu-verdâtre qu'affecte la partie inférieure de la marne la fait ressembler identiquement à celle de Baudour; le vert est dû à la glauconie et je suis assez porté à attribuer le bleu au charbon des ampélites et phtanites houillers remaniés, car cette couleur ne s'observe pas partout, et cette marne bleue, exposée à l'air, perd en partie sa coloration. Ainsi à Visé, je ne la connais qu'au-dessus de la carrière Dozin, où elle est surmontée de marne gris-jaunâtre, et dans le chemin de la fontaine où elle présente le même rapport. Quant à la marne

jaune, elle se voit partout où nous avons cité le conglomérat. J'indiquerai ensuite Haccourt (colline du côté d'Eure), et Hallembaye (chemin de Froidmont), puis les Trixhes, Aubin-Neufchâteau, etc. Je me suis assuré qu'elle renferme toujours du carbonate de chaux, bien que parfois elle prenne l'aspect d'une argile jaune.

On y trouve assez souvent des nodules blancs de carbonate de chaux renfermant probablement du phosphate, et semblables à ceux que j'ai trouvés dans la marne de Tournay. La marne jaune est exploitée pour faire des boulettes par mélange avec la poussière de charbon.

2° Les fossiles sont rares et mal conservés dans cette marne.

Lors de la construction de la route de Berneau, cependant, M. de Ryckholt y a recueilli beaucoup d'espèces, mais il n'en cite que les genres. Il décrit cependant plusieurs espèces nouvelles. Quant à moi, j'y ai trouvé

L'*Ostrea flabelliformis*, Nills.
La *Cardita semistriata*, Ad. Rœmer, } des sables verts d'Aix.
La *Natica Geinitzi*, Müller. . . . . }
Puis des foraminifères des genres *Rotalia*, *Dentalina*, *Frondicularia*, assez nombreux en individus.

*c*. Argilite siliceuse glauconifère (psammite glauconifère hervien de Dumont).

1° Ce sont des plaques ou des rognons pugilaires ou céphalaires d'argile durcie, non calcareuse, ordinairement jaunâtre, quand l'argile domine, et alors très finement glauconifère; ainsi à Visé (sur les routes de Bernaux, de Lorette et dans le bois du Baron), puis à Berneau (sur la route de Visé), à Haccourt, Hallembaye, Aubin, etc.; ces concrétions ressemblent alors beaucoup à celles de la partie supérieure de la marne de Tournay ou de la partie moyenne de la marne de Mons.

Mais entre la ferme du Chêne et Oupeye, j'en ai trouvé de bleu noirâtre avec zone périphérique jaunâtre, et alors elles ressemblent aux concrétions bleuâtres de la partie moyenne de la marne de Baudour et à celles de la partie supérieure de la craie chloritée à Ernemont, près Gournay.

Enfin, à Herve, la glauconie y est plus abondante, et ces concrétions deviennent manifestement verdâtres. Ordinairement j'ai trouvé au-dessus de ces psammites une petite zone argileuse; ce n'est autre chose que le psammite même délayé par l'eau; car la

plupart des sources des environs découlent de la partie supérieure du psammite.

2° J'ai trouvé dans cet horizon les fossiles suivants.

(Je marque d'un astérisque ceux que Müller a signalés dans le sable vert d'Aix) :

* *Astarte cœlata*, Müller. . . . . de Mawhin, près Aubin.
* *Nucula tenera*, Müller. . . . . de Mawhin, Aubin, Hauourt.
* *Cardita Goldfussii*, Mül. . . . . de Visé.
* *Lucina lenticularis*, Goldf. . . . . de Visé, Mawhin.
* — *producta*, Goldf. . . . . de Mawhin.
* *Venus tumida*, Mül. . . . . de Visé.
* — *faba*, Goldf. . . . . de Mawhin.
* *Arca glabra*, Goldf. . . . . de Hauourt.
*Janira Dutemplei*, d'Orb. . . . . d'Aubin.
* *Inoceramus Goldfussianus*, d'Orb.. de Hauourt.
* *Ostrea vesicularis*, Lam. . . . . de Visé.
* — *flabelliformis*, Nills. . . . . de Visé.
* *Scalaria macrostoma*, Müller. . . de Visé.
* *Natica Geinitzi*, Müller. . . . . de Visé.
* *Turritella multistriata*, Reufs. . . de Visé, Hauourt.
* — *sexlineata*, Rœmer. . . . . de Visé, Hauourt.
* — *scalaris*, Müller. . . . . de Visé.
Écailles de poissons, foraminifères comme dans la marne.
Enfin, des *Gyrolites*, surtout à Hauourt, mais peu dans les autres localités.

3° L'argilite hervienne s'étend moins loin que la marne. Tandis que celle-ci s'observe jusque près de Richelle et de Dalhem, l'argilite ne dépasse pas le bois du Baron et les Frixhes ; cela ne peut guère être attribué qu'à un retrait des eaux.

Quant à sa limite nord, on ne l'observe pas au delà de Hallembaye et d'un point situé à 600 mètres au N.-N.-O. de la ferme des Trois-Rois à Vizé. Au delà, on voit affleurer la craie blanche, soit immédiatement, soit à quelque distance.

*d*. On trouvera une coupe complète des systèmes hervien et aachénien : 1° dans le bois du Baron à Visé. On doit remuer le sol pour voir le système hervien ; mais on voit nettement un banc de poudingue aachénien horizontal reposer sur les couches presque verticales du phtanite houiller. Nous en avons donné une figure précédemment. On y voit aussi l'argile aachénienne s'imprégner de silice souvent cristalline et passer au silex supérieurement. 2. Une coupe semblable existe à une centaine de mètres au nord, entre les deux coudes de la route de Lorette. 3. Enfin, sur la route de Berneau, on trouve aux deux extrémités du plateau

deux coupes semblables et symétriques. Le plateau est recouvert de diluvium et de limon hesbayen.

II. *a*. Le système hervien à Aix-la-Chapelle présente une composition beaucoup plus uniforme. Ce sont des sables glauconifères meubles, argileux et caillouteux à la base.

A Novelaer, au sud et à quelques minutes de Gemmenich, à l'entrée du bois de Preus, M. Dumont nous a montré la coupe suivante de bas en haut :

1. Sable blanc, aachénien.
2. Lit de cailloux de quartz blanc et noir, avec glauconie.
3. Sable argileux, vert, glauconifère.

Ces deux dernières couches forment la base du système hervien.

M. Dumont avait observé une coupe semblable en sortant de la porte Royale à Aix ; mais quand nous y arrivâmes, la carrière se trouvait remblayée.

Comme MM. d'Archiac, Debey, etc., j'ai observé, dans les collines du bois d'Aix et du Lusberg, les sables jaunes aachéniens surmontés de sables verts herviens avec bancs de grès calcareux, limoniteux et glauconifères vers la base. Au-dessus de ces sables, on a la craie blanche.

*b*. Je n'ai pas besoin d'insister sur le synchronisme du système hervien à Visé et à Aix. Je crois l'avoir prouvé suffisamment en marquant d'un astérisque les espèces que l'on trouve simultanément dans ces deux localités. Quant aux espèces d'Aix, je renvoie au mémoire de Müller. Il est peut-être regrettable que l'uniformité de composition minéralogique ne lui ait pas permis d'établir des horizons fossilifères comme il en existe à Visé.

III. L'âge réel du système hervien de la province de Liége ne peut laisser de doute dans l'esprit des paléontologues ; c'est bien la base du système sénonien (1). (Toutefois, il est probable que le niveau des argilites à Turrilites, etc., n'existe pas en France.)

---

(1) Cependant M. Hébert en fait aujourd'hui (29 avril 1859) l'horizon le plus élevé de la craie marneuse, parce qu'en France, avec la *Belemnitella quadrata*, on trouve l'*Ananchytes gibba* (var. *minor*), qui existe dans tous les niveaux de cet étage. Or, à Mons, l'*Ananchytes gibba* se trouve dans les rabots et non dans la craie glauconifère de Saint-Vaast renfermant la plupart des fossiles qui, à Visé, accompagnent la *Belemnitella quadrata*. Celle-ci, en revanche, ne se trouve pas dans la craie glauconifère de Saint-Vaast, mais à un niveau supérieur. A Visé, pas d'*Ananchytes gibba*. Quant au *Spondylus spinosus*

Mais même en faisant abstraction des fossiles et en cherchant à déterminer cet âge d'après la série minéralogique des couches, il nous serait impossible d'être d'accord avec notre savant maître Dumont. En effet, nous avons vu que toutes les couches herviennes de Visé se trouvent trait pour trait dans le Hainaut. Il y a bien les silex de Maizière, etc., qui ne s'observent pas dans la province de Liége; mais nous avons montré que ces silex sont un accident local dû à des sources siliceuses ; de sorte qu'ils vont en diminuant à mesure qu'on s'éloigne de ces sources, et qu'à Tournay on n'en observe plus de trace, tandis qu'on y trouve l'aspect propre au hervien supérieur de Visé.

Dans un voyage que j'ai fait en octobre 1852 avec Dumont dans les terrains secondaires des environs de Vassy, cet illustre géologue établissait la synonymie suivante, adoptée, du reste, dans sa carte géologique du sous-sol de la Belgique et des contrées voisines, adoptée aussi par M. Meugy.

| | | Couches établies par M. Cornuel. |
|---|---|---|
| Craie. | | |
| Système nervien. | | |
| Système hervien. | Green sand supérieur. | Psammite glauconifère, souvent opalifère. |
| | Gault. | 1. Argile smectique, ou terre à foulon.<br>2. Argile bleue.<br>3. Sables verts. |
| | Green sand inférieur. | 1. Sables et grès jaunâtres.<br>2. Argile à Plicatules.<br>3. Argile rougeâtre durcie.<br>4. Fer oolithique.<br>5. Sables et grès ferrugineux supérieurs.<br>6. Argile rose, marbrée.<br>7. Sables et grès piquetés. |
| | Néocomien (tourtia). | 1. Argile ostréenne.<br>2. Marne argileuse jaune.<br>3. Calcaire à Spatangues.<br>4. Marne calcaire bleue. |
| Système sachénien. | Hastings-sand ou wealdien. | 1. Sable blanc.<br>2. Sables et grès ferrugineux inférieurs.<br>3. Fer géodique.<br>4. Marne argileuse noirâtre. |

de Visé, il diffère de celui de la craie marneuse, d'après M. Hébert, par l'absence de petites côtes dans l'intervalle des grandes.

D'un autre côté, au commencement de cette époque, la mer a fait irruption dans la province de Liége, et c'est là une considération stratigraphique importante pour séparer cet horizon de la craie marneuse.

Enfin, en Belgique, le caractère minéralogique différencie aussi cet horizon de celui de la craie marneuse. Il est vrai que le même caractère l'y sépare de la craie blanche à *Belemnitella mucronata*. Donc, en attendant que le jour soit fait complétement sur cette question, nous continuerons à ranger ce niveau à la partie inférieure du système sénonien.

Il suffit de jeter les yeux sur ce tableau pour voir qu'il y a bien plus d'analogie entre le nervien du Hainaut et le hervien de Visé qu'entre celui-ci et le hervien de Vassy. L'analogie de ces deux derniers termes s'établirait mieux, si l'on ne comparait au hervien de Visé que le gault et le green-sand supérieur du tableau précédent. En effet, sauf l'absence du conglomérat inférieur glauconifère, toutes les couches s'y retrouvent, et le psammite glauconifère de la côte des Cerfs, au nord de Briseau, à l'entrée de la forêt d'Argone, ressemble complétement à l'argilite hervienne supérieure de Visé et beaucoup plus encore que les concrétions de la marne du Hainaut; mais, outre les fossiles cénomaniens que renferme ce psammite, observons que pour Dumont lui-même il était synonyme de la gaize de Vouziers, laquelle renferme une grande quantité de silice soluble dans la potasse caustique, et qu'il regardait comme l'équivalent de la meule de Bracquegnies, riche aussi en silice soluble. Or, pour quiconque a vu les termes de comparaison, il est impossible d'assimiler minéralogiquement la meule de Bracquegnies à l'argilite hervienne supérieure de Visé.

M. Dumont s'appuyait encore sur le fait suivant : entre Valincourt et Couvanges, près Bar-le-Duc, puis à un quart de lieue à l'ouest de Cheminon, près Sermaize, le système néocomien du tableau précédent est remplacé, de même qu'à Vouziers, par un conglomérat formé de marne et de limonite remaniée, et qu'il comparait au tourtia de Tournay. Ce conglomérat repose sur le calcaire jurassique. Or, la limonite peut avoir été remaniée à toute époque ; donc, on ne peut déterminer l'âge d'un terrain sous cet état ; puis, ce conglomérat ne renferme pas de glauconie, substance qui, au contraire, devrait être considérée comme essentielle, car elle ne provient pas d'un remaniement, mais d'une émission, et à ce titre peut être considérée comme s'étant produite sur de grands espaces. Nous ne pouvons donc accepter non plus cette analogie.

Ces raisons et d'autres que nous pourrions faire ressortir des notes précédentes (entre autres cette anomalie bizarre que le système nervien, d'après Dumont, n'existerait pas dans la province de Liége, pas plus que le hervien n'existerait dans le Hainaut, sauf à Bracquegnies) nous forceraient à assimiler complétement le système hervien de la province de Liége (1) au système nervien du Hainaut, si les fossiles ne venaient modifier notre opinion. En

(1) Abstraction d'Aix-la-Chapelle, où il n'y a que des sables, parce que les roches aux dépens desquelles il s'est formé sont principalement composées de sables et de grès.

effet, comment admettre qu'à 15 lieues de distance vivaient à la même époque des êtres, non-seulement différents spécifiquement mais que l'on trouve ordinairement superposés dans des faunes entièrement distinctes. Ces deux provinces crétacées étaient bien séparées par le massif rhénan du Brabant, mais les mers communiquaient au nord de ce massif. Il nous semble donc impossible d'admettre le synchronisme minéralogique.

III. *Système sénonien de Dumont* (sénonien supérieur de d'Orbigny, craie blanche de Meudon, plus un terme supérieur absent à Meudon).

A. Il présente pour Dumont trois termes, savoir : 1° la craie glauconifère (gris du Hainaut) ; 2° la craie blanche traçante à silex noirs, et 3° la craie grossière à silex gris brun (correspondant à l'émersion et au durcissement de la craie jaune brunâtre de Frameries, etc.) (1).

*a*. La craie glauconifère est un sable calcareux glauconifère vert, presque meuble et peu épais. A cet état, je ne l'ai observé qu'en trois points : d'abord au sud de l'église d'Aubin, dans le chemin de Fèchereux, entre la craie blanche et l'argilite hervienne supérieure ; j'y ai trouvé une *Belemnitella mucronata*.

Même chose s'observe à Mawhin, dans le chemin de Botannont.

Le troisième point se trouve à Hallembaye, dans le chemin de Froidmont.

Dans ces trois points, cette zone ne dépasse pas un demi-mètre, tandis que celle qui lui correspond minéralogiquement dans le Hainaut atteint 10 mètres à Saint-Vaast. Dans tous les autres points où j'ai pu observer le contact avec le système hervien, j'ai trouvé un banc de craie blanche, souvent dure et pointillée de grains de glauconie, sur 1 mètre d'épaisseur environ. Je citerai Eure-le-Romain, Haccourt, Merkhof (près Aubel), puis Mouland et Fouron-le-Comte.

Ces deux derniers points présentent une particularité remarquable. En effet, la craie y repose directement sur le système aachénien, et elle présente à sa base quelques cailloux roulés ; en outre, elle est plus grossière, plus dure, plus glauconifère et un peu grisâtre. L'absence complète du système hervien montre qu'il

(1) Je ne parlerai plus maintenant d'Aix-la-Chapelle, parce que je n'y ai pas suffisamment observé ce système ni le suivant. Cependant, hors la porte Royale, on trouve de la craie blanche traçante à silex, comme à Hallembage, et Debey ainsi que Müller signalent à Vetschau les mêmes fossiles qu'à Maëstricht.

y a eu une dénudation considérable qui ne s'est arrêtée que devant les silex et le poudingue aachénien. On trouve en effet, en suivant la rive gauche de la Berwine, entre Berneau et Mouland, à travers la prairie de la ferme Lejeune, un point où cette rivière se rapproche de la colline située à gauche. En ce point, on observe le poudingue aachénien surmonté de craie présentant les caractères précédents, et où j'ai trouvé la *Rhynchonella octoplicata* qu'on ne rencontre nulle part dans le système hervien. A quelques mètres plus loin, on voit deux gros blocs de silex aachénien surmontés de la même craie. La même chose se reproduit au bord de la rivière, à 150 ou 200 mètres au delà de la prairie, puis dans un champ qui borde à gauche la route de Berneau à Fouron, à dix minutes avant ce dernier village. Si l'on n'avait déjà la différence des fossiles, cette dénudation indiquerait la séparation du système sénonien de Dumont (craie blanche) d'avec le hervien, ou au moins ferait admettre dans le système sénonien de d'Orbigny une sous-division confirmée, du reste, par la différence de composition minéralogique.

*b*. 1. La craie blanche traçante, à silex noirs, s'observe dans tous les points où nous avons indiqué la couche précédente.

La partie inférieure ne présente pas de silex. Bientôt cependant on y voit apparaître des concrétions siliceuses, allongées, gris bleuâtre (jaspes) ; ainsi à Mouland, dans le chemin des Trois-Rois, et au bord de la Berwine, près du moulin ; puis en s'élevant davantage, le centre des concrétions précédentes passe à l'état de silex noirs, et bientôt on n'a plus que ces silex en rognons plus ou moins stratifiés.

La limite supérieure de cette craie n'existe près de Visé qu'en un point ; c'est dans une gorge située derrière le hameau de Loën. Entre ce point et Hallembaye, où l'on observe le dernier affleurement du système hervien, la craie blanche me paraît avoir une épaisseur d'environ 20 mètres, jusqu'à la couche jaune signalée page suivante.

2. Dans les différents points où j'ai observé cette craie, mais surtout à Hallembaye, Eure-le-Romain, Mouland, Fouron-le-Comte, j'ai recueilli les fossiles suivants dont je dois en partie la détermination à MM. Hébert et Michelin :

*Scyphia cribrosa ?*, Phillips. . . . . d'Hallembaye.
*Caeloptychium deciminum*, Ad. Rœm. d'Hallembaye.
*Ananchytes ovata*, Lam. . . . . de Mouland, Eure, Loën.
*Micraster Brongniarti*, Héb. . . . . de Mouland.
*Avicula*, 2 esp. . . . . Fouron, Warsage.

*Spondylus Dutempleanus*, d'Orb. . . Mouland.
*Ostrea vesicularis*, Lam. . . . . Mouland.
*Rhynchonella octoplicata*, d'Orb. . . Fouron, Eure, Mouland.
— *limbata*, Héb. . . . . Eure.
— 2 espèces nouvelles. . . . . Eure.
*Terebratula carnea*, Sow. . . . . Eure, Hallembaye, Mouland.
— *Hebertiana*, d'Orb. . . . . Eure.
*Magas pumilus*, Sow. . . . . Eure.
*Turrilites*. . . . . Mouland.
*Belemnitella mucronata*, d'Orb. . . partout.

Presque tous ces fossiles appartiennent à la craie de Meudon.

*c*. 1. La craie ou le calcaire grossier jaunâtre ou brunâtre, à bancs de silex gris brunâtre, s'observe depuis Loën jusqu'en dessous du château de Lichtenberg, près Maëstricht, c'est-à-dire sur une étendue d'environ deux lieues, avec une inclinaison d'un degré (1). Cependant, entre Loën et Hallembaye, on observe au sommet de la colline ces mêmes silex remaniés dans un sable tertiaire, et indiquant que ce calcaire s'étendait jusqu'à la gorge qui, à Hallembaye, coupe la colline perpendiculairement.

Sa limite inférieure n'est pas nettement marquée, et il y a transition évidente à la craie blanche traçante. On voit ce passage dans une gorge située derrière le hameau de Loën à son extrémité nord.

Au fond de cette gorge, on trouve un escarpement, de 20 mètres de haut et presque vertical, de craie que j'ai explorée pouce par pouce. A 5 mètres environ de la base, j'ai trouvé une zone de 1 décimètre d'épaisseur, formée de craie jaune orangé, contenant des fragments d'*Ananchytes ovata* et des fragments de silex qui ne paraissent pas en place. Au-dessus et en dessous de cette couche que j'ai suivie sur les 20 mètres de large que présente cet escarpement, la craie est blanche, traçante, quelquefois avec parties jaunes, mais non continues; mais si l'on monte davantage et qu'on arrive vers le sommet, on voit la craie blanche devenir plus grossière, grisâtre, puis jaunâtre, et présenter des bancs continus de silex grisâtre ou gris brunâtre que nous avons mentionnés plus haut.

Dans le chemin dit des Anes, qui un peu au delà de Nivelle

(1) Malgré sa grande étendue, cette assise ne me paraît pas avoir plus de 15 mètres d'épaisseur au-dessus de la couche jaune de Loën, ci-dessous, et, en en défalquant 5 à 7 mètres de craie blanche traçante qui existe immédiatement au-dessus de cette couche jaune, il ne lui resterait que 8 à 10 mètres, la craie blanche en ayant alors 25.

conduit au sommet de la montagne, on voit vers ce sommet des bancs entièrement bruns, ferrugineux et très grossiers.

Nous parlerons plus loin de la limite supérieure.

2. Parmi les caractères paléontologiques, citons-en d'abord un négatif; il concerne l'*Ananchytes ovata*. Tandis qu'on trouve cette espèce assez fréquemment, en parcourant la colline depuis Hallembaye jusqu'à Loën, on ne la rencontre plus au delà. Je n'y ai pas recueilli non plus de *Rhynchonella octoplicata*, de *Terebratula Hebertiana*, de *Magas pumilus*.

En revanche, j'y ai trouvé les espèces suivantes :

* *Belemnitella mucronata*, d'Orb.
*Avicula approximata*, Goldf.
* *Pecten quinque-* et *quadri-costatus*, Sow.
* *Ostrea vesicularis*, Brong.
*Ostrea frons*, Park.
* *Terebratula carnea*, Sow.
*Hemipneustes radiatus*, Ag.
*Hemiaster prunella*, Ag. . .
*Catopygus piriformis*, Ag. .
* *Micraster Brongniarti*, Héb.
*Diadema Kleinii*, Desm. . . } (1).

J'ai marqué d'un astérisque les espèces communes à la craie blanche traçante dans ma collection.

B. L'âge des étages 1 et 2 du système sénonien de Dumont, dans la province de Liége, est donc le même par les fossiles que celui de la craie blanche traçante du Hainaut, y compris la craie dure jaunâtre de sa partie supérieure. Minéralogiquement (abstraction de la faible couche glauconifère de la base à Liége) et paléontologiquement, les deux craies blanches traçantes se correspondent de part et d'autre. Reste le calcaire grossier jaunâtre de la montagne de Maëstricht qui me semble correspondre à l'émersion de la craie jaune dure de Ciply. Expliquons-nous. Cette craie jaune dure pour M. Hébert, et j'adopte pleinement son opinion, représente une lacune, un temps pendant lequel la craie serait restée exposée à l'air où elle se serait durcie.

Or, dans la montagne de Maëstricht, impossible de trouver une lacune semblable; tout y est continu. Dès lors, il devient naturel de penser que, pendant cette période de temps, la mer, continuant d'exister à Maëstricht, y déposait ce calcaire grossier.

---

(1) J'ai trouvé ces espèces assez abondamment dans les silex cités plus haut, page 661.

D'après les fossiles cités plus haut, cet étage doit être plutôt rangé à la base de la craie supérieure. M. Bosquet m'a dit y avoir trouvé les mêmes fossiles que dans le système maëstrichtien de Dumont.

Ce que nous venons de dire de la craie dure de Ciply peut se dire de celle de Meudon qui lui correspond entièrement.

IV. *Système maëstrichtien de Dumont* (calcaire pisolithique, craie supérieure de M. Hébert).

A. Ce système se compose à Maëstricht des zones suivantes, en allant de bas en haut :

1. Couche glauconifère inférieure, de $0^m,05$ à $0^m,10$.
2. 10 mètres de calcaire grossier, jaunâtre, avec silex gris brunâtre en bancs, diminuant, puis disparaissant supérieurement.
3. Banc de 1 mètre environ de calcaire gris, à *Dentalium Mosæ*.
4. Quelques pieds de calcaire grossier, jaunâtre, ordinaire.
5. Banc de calcaire jaune, compacte, concrétionné, à nombreux polypiers, *Corbis sublamellosa*, d'Orb., *Trochus*, *Turbo*.
6. 10 mètres de calcaire jaune, sableux, presque sans fossiles, avec bancs jaunes, compactes, inférieurs, mais non fossilifères.

La partie inférieure se voit très bien à une demi-lieue de Maëstricht du côté de Liége ; si l'on escalade le sentier qui, partant du canal, conduit au château de Lichtenberg, on rencontre, à partir du niveau du chemin, 5 mètres de calcaire dans lesquels se trouve comprise la couche n° 1.

Les couches qui sont immédiatement au-dessus de celle-ci ressemblent entièrement à celles qui sont en dessous ; mais on reconnaît aisément cette couche, à 4 mètres environ au-dessus du chemin, à sa couleur verte, puis parce qu'elle a été excavée par le marteau des géologues.

Cette couche est tachetée de jaune, de blanc et de vert ; le vert y est plus souvent en taches qu'en grains. On y trouve des tiges d'Encrines et des fragments de coquilles brisées. Je n'y ai pas vu de cailloux comme à Meudon et à Ciply où l'on retrouve cependant la glauconie. On ne peut observer cette couche que sur 2 mètres de long, parce que du côté de Maëstricht elle est masquée par des éboulements, et du côté de Liége par une faille. Du reste, on n'y remarque pas de dénudation des couches sur lesquelles elle repose ; cependant elle semble attester un mouvement plus violent des eaux, témoin les coquilles brisées ; puis de légères

zones glauconifères non horizontales, mais obliques, que l'on observe dans le banc qui vient immédiatement au-dessus, concourent à nous faire admettre cette opinion.

Avec Dumont, je considère cette couche comme l'équivalent de la couche caillouteuse de Ciply (voir sa carte géologique de Belgique).

D'après Dumont, elle serait bien plus épaisse dans d'autres parties du Limbourg.

Au-dessus de la couche inférieure de Lichtenberg, on voit la zone n° 2; puis le sol est couvert; mais à mi-côte de la montagne, on trouve un escarpement de 4 à 5 mètres de haut où existent de très nombreux polypiers.

Si l'on étudie la montagne du côté du Geer, on trouvera sous le fort Saint-Pierre la coupe indiquée par M. Hébert dans sa note déjà citée, coupe qui comprend les n°s 3, 4, 5, 6 précédents.

Un mot sur la couche n° 3 à *Dentalium Mosæ*. Je l'ai retrouvée près du château de Luster, ainsi que vers le sommet de la montagne derrière Lanaye; mais je n'y ai pas vu la couche glauconifère, bien que Dumont la signale dans cette dernière localité.

Quoi qu'il en soit, le système maëstrichtien de Dumont ne dépasse guère Lanaye, et la limite donnée par ce savant sur sa carte est parfaitement exacte.

Enfin nous savons que M. Triger a trouvé dans les couches de Maëstricht le *Spherulites Hæninghausi* de Royan, et, à un niveau plus élevé, l'*Hippurites radiosus* qu'on trouve à Saint-Mametz. Ces fossiles ont été rencontrés dans les bancs durs du côté du Geer.

B. L'âge du système de Maëstricht, établi déjà par Dumont, a été définitivement fixé par M. Hébert, qui y a trouvé les mêmes fossiles que dans le calcaire pisolithique du bassin parisien.

Si nous comparons les couches de Maëstricht et de Ciply, nous verrons la même succession.

La couche glauconifère de Lichtenberg correspondrait à la couche caillouteuse et glauconifère de Ciply et de Frameries; les dix mètres de calcaire jaunâtre qui viennent ensuite correspondraient à la craie gris-cendré à Fissurirostres du chemin creux de Ciply; le banc à *Dentalium Mosæ* de la carrière de Geer a son représentant à Ciply au-dessus de la craie gris-cendré, dans la craie jaune grossière des carrières; dès lors les couches qui existent au-dessus de ce banc dans les deux localités, couches renfermant de part et d'autre de nombreux polypiers, doivent être considérées comme parallèles.

Si ces assimilations sont exactes, il resterait entre la couche glauconifère et la craie blanche traçante à fossiles de Meudon 10 à 15 mètres de craie grossière jaunâtre qui n'existerait pas à Ciply ni à Meudon, où, pendant son dépôt, la craie blanche était émergée et durcissait à l'air. M. Hébert (*loc. cit.*) avait pressenti ce fait, en disant que « la craie de Maëstricht doit probablement renfermer dans ses assises inférieures un certain nombre de couches qui manquent dans le calcaire pisolithique. » Cette craie grossière devrait, d'après ses fossiles et ses caractères minéralogiques, être placée à la base du système de la craie supérieure plutôt qu'à la partie supérieure de la craie blanche (sénonien), comme l'avait fait Dumont dans sa carte. Il restera à vérifier par les fossiles si tous ces horizons se correspondent complétement, et peut-être à faire quelques rectifications.

En terminant, j'appellerai spécialement l'attention sur quatre points traités dans ce travail.

*a*. Sur le synchronisme que j'ai cherché à établir entre l'aachénien de Belgique et les sables ferrugineux du pays de Bray. L'absence de fossiles laisse encore planer quelques doutes sur cette question.

*b*. Sur l'existence du gault à Bracquegnies, point le plus septentrional où il ait été constaté dans ces contrées.

*c*. Sur l'existence, dans la montagne de Maëstricht, d'une assise qui se serait déposée pendant l'émersion et le durcissement de la craie blanche de Meudon et de Ciply.

*d*. Enfin sur le mouvement ascensionnel de la mer vers le Nord pendant la période crétacée (abstraction de l'aachénien). En effet, elle dépose d'abord le néocomien dans la Haute-Marne, envahit ensuite le nord de la France jusqu'à Bracquegnies, pendant l'époque du gault, s'étend sur le reste du Hainaut pendant celle de la craie chloritée, enfin, fait irruption dans la province de Liége pendant l'époque sénonienne.

### *Explication du tableau.*

Les couches dont la composition minéralogique (2e colonne) est la même sont reliées par les lignes horizontales, de sorte que pour trouver la composition minéralogique dans la 3e et la 5e colonne, il suffit de se reporter horizontalement à la 2e.

Les couches ou systèmes renfermant les mêmes fossiles sont reliés par les accolades qui limitent en partie l'avant-dernière colonne. Les lignes obliques y rattachent les accolades du système sénonien et de

la craie de Reims qui descendent plus bas dans la province de Liége que dans le Hainaut.

Ce tableau montre que la composition minéralogique est la même dans les deux provinces, abstraction de la meule de Bracquegnies (hervien du Hainaut, n° 1) qui manque dans la province de Liége; que, partant du haut jusqu'au n° 3 du système sénonien de Dumont exclusivement, la même couche de la 2e colonne renferme les mêmes fossiles; qu'à partir de là, la même couche présente des fossiles différents dans les deux provinces, fossiles qui, dans la province de Liége, ne descendent pas en dessous du niveau de la craie de Reims, et dans le Hainaut atteignent la craie chloritée, celle-ci, de même que la craie marneuse (au moins inférieure), manquant à Liége.

Après la lecture du mémoire de M. Horion, M. Meugy s'exprime en ces termes :

M. Horion place le tourtia de Tournay, de Montignies-sur-Roc, etc. (le gompholithe à grains de limonite) au-dessus de la *meule* de Mons. Je suis d'une opinion diamétralement contraire, et d'après une série de faits observés dans l'arrondissement d'Avesnes, notamment aux environs de Sassegnies et d'Houdain, près Bavay, faits qui sont indiqués dans un précédent mémoire (1), ainsi que d'après les indications fournies par divers sondages près de Valenciennes, je suis porté à placer la *meule* au-dessus du tourtia hervien de M. Dumont.

M. Horion a dit aussi que le minerai de fer géodique du terrain aachénien n'était pas connu aux environs de Mons, tandis que je l'ai observé, il y a plus de dix ans, dans une tranchée près de la Louvière, sur le chemin de fer de Mons à Manage. Ce fait est rapporté également dans le mémoire rappelé ci-dessus.

---

## *Séance du* 16 *mai* 1859.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. Laugel, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

(1) *Thèse pour le doctorat ès sciences naturelles*, 1855.

| CLASSIFICATION DE DUMONT. | Composition minéralogique semblable dans les deux provinces (1). | FOSSILES ET SYNONYMES PALÉONTOLOGIQUES. | | |
|---|---|---|---|---|
| | | PROVINCE DU HAINAUT. | Signes du parallélisme. | PROVINCE DE LIÉGE. |
| | 1. Calcaire très grossier, jaunâtre, à nombreux polypiers, etc. | 1. Couches à polypiers.<br>2. Banc à *Dentalium Mosæ*. | Banc, M. Hébert, | 1. Banc à polypiers.<br>2. Banc à *Dentalium Mosæ*. |
| Hervien du Hainaut. | [illegible] province de Liége. | *Turritella Rauliniana.*<br>*Dentalium decussatum.* | | |
| | 2. Dumont plaçait ici le tourtia de Tournay, que je fais remonter au-dessus du gault. | | | |
| Aachénien. . . | 1. Sables argileux, avec ou sans silex.<br>2. Argile plastique ligniteuse.<br>3. Conglomérat ou poudingue.<br>4. Limonite géodique accidentelle. | Lignites. | Sables ferrugineux du pays de Bray. | Lignites. |

(1) Abstraction faite d'Aix-la-Chapelle, dont nous avons expliqué la différence de composition minéralogique.
(2) Voyez les réserves exprimées dans le cours de ma note.
(3) D'Orbigny rangeait dans le sénonien le système de Maëstricht, et en excluait le calcaire pisolithique. Il est prouvé, aujourd'hui, que ces deux derniers horizons sont parallèles.
(4) Voir l'explication du tableau page 665.

MM.

Bréon (Eugène), propriétaire, à Semur (Côte-d'Or), présenté par MM. J. Beaudouin et Martin (de Dijon);

Collenot (Jean-Jacques), ancien notaire, à Semur (Côte-d'Or), présenté par MM. J. Beaudouin et Martin (de Dijon);

Ferry (H. de), propriétaire, à Bussières, par Saint-Sorlin (Saône-et-Loire), présenté par MM. V. Thiolliére et Berthaud.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique et des cultes, *Journal des savants*, avril 1859.

De la part de M. le Ministre de la marine, *Instructions nautiques destinées à accompagner les cartes de vents et de courants*, par M. Maury, traduites par M. Ed. Vaneechout, in-4, 496 p., XXIII pl. Paris, 1859; chez Firmin Didot frères, fils, etc.

De la part de M. G. Cotteau :

1° *Notice géologique sur la formation des grottes d'Arcy-sur-Cure*, in-8, 12 p.

2° *Aperçu d'ensemble sur la géologie et la paléontologie du département de l'Yonne*, in-8, 36 p.

(Ces deux notes extraites du *Bulletin du Congrès scientifique de France*, XXVe session, 1858.)

3° *Note sur l'appareil apicial du genre* Goniopygus, *Ag.*, in-8, p. 162-164.

4° *Note sur le genre* Galeropygus, in-8, p. 289-297.

(Ces deux notes extraites du *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XVI, 1859.)

De la part de M. l'abbé Ed. Lambert, *Étude géologique sur le terrain tertiaire au nord du bassin de Paris* (extr. du *Bull. de la Soc. archéol. et scient. de Soissons*, t. XI, p. 145), in-8, 144 p. Laon, 1858; chez Ed. Fleury.

De la part de M. Guillermo Schulz, *Descripcion geolocica de Asturias*, avec un *Atlas*, in-4, 138 p. Madrid, 1858; chez José Gonzalez.

De la part de M. le professeur B. Studer, *Eröffnungsrede der 43sten Versammlung Schweizerischer Naturforscher in Bern den 2 August* 1858, in-8, 28 p.

De la part de M. le major général Portlock, *Address delivered at the anniversary meeting of the geological Society of London, on the 19th of February*, 1858, in-8, 153 p. London, 1858 ; Taylor and Francis.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1859, 1er semestre, t. XLVIII, nos 18 et 19.

*Annuaire de la Société météorologique de France*, t. V, 1857, 1re partie. *Tableaux météorologiques*, f. 11-22.

*Annales des mines*, 5e série, t. XIV, 5e livraison de 1858.

*L'Institut*, nos 1322 et 1323, 1859.

*Mémoires de la Société impériale d'agriculture, etc., d'Angers*, nouvelle période, t. I, 1858.

*Proceedings of the royal Society*, vol. IX, nos 32 et 33.

*The Quarterly Journal of the geological Society of London*, vol. XV, febr. 1859, no 57.

*Neues Jahrbuch*, etc., de Leonhard et Bronn, 1859, 2e cah.

*Revista minera*, t. X, no 215, 1er mai 1859.

*The Canadian Journal of industry, science and art*, nouv. série, no XX, mars 1859.

*The Canadian naturalist and geologist and proceedins of the natural hist. Society of Montreal*, vol. IV, avril 1859, no 2.

M. le Président présente une *Étude géologique sur le terrain tertiaire au nord du bassin de Paris*, par M. l'abbé Lambert. (Voir la liste des dons.)

M. Hébert donne ensuite communication de la lettre suivante de M. Renevier :

*Nouvelle lettre à M. Ed. Hébert « Sur l'âge relatif de la craie de Rouen et des grès verts du Mans, et sur la composition de l'étage cénomanien ; »* par M. E. Renevier.

Lausanne, le 25 avril 1859.

Mon cher collègue,

Permettez que je me serve encore de votre intermédiaire pour communiquer à la Société géologique quelques nouvelles remar-

ques sur le sujet dont je l'ai déjà entretenue l'automne dernier (1). Elles me sont suggérées par les observations dont vous avez accompagné la lecture de ma première lettre, ainsi que par les diverses notes que MM. Triger et Sæmann ont données dernièrement sur le même sujet (2).

Je ferai remarquer d'abord que lorsque je vous adressai ma lettre du 25 novembre 1858, je ne pouvais pas encore connaître la note de M. Sæmann « *Sur la distribution des mollusques fossiles dans le terrain crétacé de la Sarthe* », non plus que la *Réponse* faite par M. Triger, ces deux travaux ayant seulement paru dans le cahier de décembre de la même année du *Bulletin* de la Société. J'ajouterai que je ne connaissais pas non plus le travail de MM. de Hennezel et Triger « *Sur la composition du terrain crétacé de la Sarthe* », et que encore maintenant je ne le connais que par ce qui en a été dit dans le *Bulletin*.

Il résulte de ce qui précède, que les rapports qui existent entre ma manière de voir et celles de ces habiles géologues sont d'autant plus importants à constater, que nos opinions se sont formées d'une manière tout à fait indépendante.

Cela dit, je vais comparer mes propres opinions avec celles émises en dernier lieu par MM. Triger, Sæmann et vous-même, mais auparavant je tiens à constater avec vous que *MM. Coquand, Triger, de Hennezel, Sæmann, vous* et *moi* nous sommes tous parfaitement d'accord sur le principal point en litige, et nous tenons ensemble pour certain que *la partie supérieure des grès verts du Mans est postérieure* à *la craie de Rouen à A. rotomagensis.*

---

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XVI, p. 134.

(2) *Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 500 et 538; et t. XVI, p. 150, 157 et 159.

| | RENEVIER (*Bull.*, 2e sér., t. XVI, p. 141). | | TRIGER (*Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 546). |
|---|---|---|---|
| | Étage turonien (part. inf.). | Niveau de *Inoceramus mytiloides.* | 5e Groupe à *Inoceramus problematicus* (*I. mytiloides*) et *Rhynchonella Cuvieri.* |
| Étage cénomanien. | *Supérieur.* — (Assises moyennes et supérieures des grès verts du Mans.) | Niveau de *Ostrea biauriculata.* Niveau de *Terebratella Menardi.* | 6e Groupe à *Ostrea biauriculata.* |
| | *Moyen.* — Craie chloritée de Rouen. | Niveau de *Ammonites rotomagensis, Scaphites æqualis,* et *Turrilites costatus.* Niveau de *Ammonites falcatus.* | 7e Groupe à *Scaphites æqualis* et *Turrilites costatus.* |
| | *Inférieur.* — Upper green sand. | Niveau de *Pecten asper, Rhynchonella Grasiana* et *Terebratella pectita.* | 8e Groupe à *Pecten asper* et *Nautilus elegans.* |
| | Étage du gault. | | |

I. Ainsi qu'il ressort du tableau ci-dessus il y a accord parfait entre les subdivisions de l'étage cénomanien établies par M. Triger et celles que j'ai admises moi-même. C'est pour moi un sujet de grande satisfaction de me trouver d'accord sur ce point avec un observateur aussi habile et aussi consciencieux que l'est M. Triger. Je dois faire toutefois mes réserves au sujet du système de nomenclature géologique proposé par notre collègue, et qui consisterait à désigner chaque groupe de couches par une ou deux espèces caractéristiques. Ce mode de nomenclature ne me paraît pas présenter les avantages que M. Triger lui attribue; car j'ai pu me convaincre bien souvent que certaine espèce très abondante, et très caractéristique dans le bassin de la Seine, par exemple, devient fort rare dans les couches correspondantes d'un autre bassin, ou même y caractérise quelquefois un groupe de couches différent, appartenant à un niveau un peu supérieur ou un peu inférieur. Ce n'est pas par une ou deux espèces que l'on peut caractériser un étage, mais seulement par l'ensemble de sa faune. C'est pourquoi je préfère garder les anciens noms, ceux surtout qui rappellent une localité prise pour type, et en définir clairement le sens par l'étude comparée des localités classiques.

II. Je me trouve également d'accord avec M. Sæmann sur plusieurs points importants. Je citerai en première ligne l'équivalence des couches inférieures des carrières de Gazonfier (assises inférieures des grès verts du Mans), avec la craie de Rouen à *A. rotomagensis;* puis en second lieu la distinction entre l'*upper green-sand* des Anglais (groupe à *Pecten asper* de M. Triger) et ladite craie de Rouen.

Par contre, je ne puis absolument pas admettre le synchronisme que veut établir M. Sæmann (1) entre les marnes à *Ostrea biauriculata* et la craie à *Inoceramus mytiloides;* car on peut observer dans plus d'une localité que ces dernières couches reposent sur les premières. Je citerai, par exemple, la coupe de Mézière-sous-Ballon, dont j'ai déjà parlé dans ma précédente lettre (p. 141, tableau), ainsi que celle que j'ai donnée d'après M. Ébray (p. 143). Cette dernière est particulièrement intéressante, en ce qu'elle montre dans le département de la Vienne une série de couches tout à fait analogue à celle du département de la Sarthe.

Quant à séparer les couches à *Ostrea biauriculata* (c'est-à-dire les assises supérieures des grès verts du Mans) de l'étage cénomanien pour les joindre au turonien, cela ne me paraît pas naturel, et je préfère comme vous conserver à ces deux étages les limites qu'ils ont eues jusqu'ici.

III. J'en viens maintenant à vous-même, et je suis peiné de trouver autant de désaccord entre votre manière de voir et la mienne. Nous partons pourtant de la même base; l'étage cénomanien a pour nous les mêmes limites supérieure et inférieure; enfin le niveau à *A. rotomagensis* est pour l'un et l'autre inférieur à la zone de l'*Ostrea biauriculata*.

Nos divergences consistent, si je vous ai bien compris, en ce que vous ne voulez pas admettre deux points sur lesquels je me trouve au contraire parfaitement d'accord avec MM. Triger, de Hennezel et Sæmann; à savoir:

1° Que la craie de Rouen à *A. rotomagensis* trouve son véritable équivalent dans les assises inférieures des grès verts du Mans (2).

2° Que l'*upper green-sand* des auteurs anglais (groupe à *Pecten asper* de M. Triger) forme à la base du terrain cénomanien un sous-étage tout aussi important, et tout aussi tranché, que celui formé à la partie supérieure du même terrain par les

(1) Voyez *Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 521.
(2) Voyez *Bull.*, 2e sér., t. XVI, p. 138 et 141.

assises moyennes et supérieures des grès du Mans (niveaux à *Terebratella Menardi*, et à *Ostrea biauriculata*).

| RENEVIER (*Bull.*, 2e sér., t. XVI, p. 141 et 670). | | HÉBERT. | |
|---|---|---|---|
| | | LE MANS. | ROUEN. |
| Étage turonien. — Niveau à *Inoceramus mytiloides.* | | Étage turonien. — Niveau à *Inoceramus mytiloides.* | |
| Étage cénomanien. | *Supérieur.* — Assises supérieures des grès verts du Mans. — Niveaux de *Ostrea biauriculata* et de *Terebratella Menardi.* | Grès verts du Mans ou du Maine. | Lacune. |
| | *Moyen.* — Craie de Rouen. — Niveaux de *Ammonites rotomagensis*, *Scaphites æqualis*, et de *Ammonites falcatus.* | | Craie chloritée de Rouen. |
| | *Inférieur.* — Upper green-sand. — Niveau de *Pecten asper*, *Rhynchonella Grasiana* et *Terebratella pectita.* | Marne verdâtre de Ballon | |
| Étage du gault? | | Place du gault. | Place du gault. |

Le tableau ci-dessus fera mieux comprendre ces divergences, que je me contente pour le moment de signaler; l'avenir décidera qui de nous a raison. Je me permettrai pourtant d'observer à propos du second point, que les coupes qu'on peut faire de ces terrains sur divers points de l'Angleterre sont d'une si grande netteté, qu'il n'est jamais venu à l'idée d'aucun géologue anglais de confondre, ou même de lier étroitement l'*upper green-sand* de Warminster avec le *lower chalk* de Ventnor, de Dower, etc., qui représente exactement la craie de Rouen.

J'irai même plus loin, et je vous dirai que dans plus d'un cas la faune de l'*upper green-sand* se rapproche presque autant de celle du gault que de celle de la craie de Rouen à *A. rotomagensis*.

M. Hébert ne croit pas devoir discuter de nouveau les points sur lesquels il n'est pas d'accord avec M. Renevier. Tout ce qu'il pourrait dire sur ce sujet a déjà été suffisamment expliqué dans la note dont parle M. Renevier (*Bull.*, *antè*, p. 150). La discussion pourrait d'autant moins aboutir que les divergences d'opinion ne lui paraissent pas posées d'une manière claire et

exacte, notamment dans le tableau de M. Renevier. En outre, M. Hébert n'a point émis d'opinion sur l'*upper green-sand* des auteurs anglais, et il n'a jamais nié que la craie chloritée de Rouen ne pût avoir son véritable équivalent dans les assises *inférieures* des grès verts du Mans.

M. Goubert fait une communication sur les fossiles du calcaire grossier.

M. Deslongchamps lit la note suivante :

*Note sur la limite du lias supérieur et du lias moyen dans le département du Calvados;* par M. Eugène Deslongchamps.

Messieurs,

En offrant aujourd'hui à la Société le petit mémoire que nous venons de faire paraître, mon père et moi, sur une couche intercalée entre le lias supérieur et le lias moyen, je vous demande la permission de vous soumettre les résultats généraux auxquels nous sommes arrivés. Cette communication sera un résumé de ce travail qui détermine une limite restée jusqu'ici encore assez obscure dans la série des terrains jurassiques.

Depuis quelques années, on avait vu avec surprise signaler dans le lias la présence de coquilles appartenant au genre *Leptæna*. Cette découverte, due à MM. Davidson et Bouchard, paraissait d'autant plus étonnante que les genres de la famille des Strophoménidées, si nombreux dans les terrains paléozoïques, ne se montrent plus ni dans la série triasique ni dans les couches les plus anciennes des terrains jurassiques appartenant à l'infralias, au lias inférieur et au lias moyen (1).

Grâce aux recherches de M. Moore dans les environs d'Ilminster, on sut que ces formes avaient été recueillies à la base du lias supérieur, et, peu après, nous constations en Normandie la présence de ces espèces dans une position stratigraphique identique. Cette constance remarquable dans la station des *Leptæna* nous a engagés, mon père et moi, à étudier attentivement notre lias su-

(1) La disparition complète, durant une longue période, de certaines formes qui reparaîtront plus tard, n'est pas un fait unique. Je citerai comme preuve, entre autres, les *Trigonies* qui, après avoir pullulé pendant les périodes *jurassique* et *crétacée*, manquent dans les terrains tertiaires pour reparaître à l'époque actuelle.

périeur, et de cette observation minutieuse est ressortie clairement pour nous cette conséquence, que la couche qui renferme les *Leptæna* forme une limite bien précise entre le lias supérieur et le lias moyen.

J'indiquerai tout d'abord, par une coupe, la série des couches du lias telle que nous la trouvons dans les environs de Curcy (Calvados) :

1° Alternance de lits marneux et de lits calcaires plus ou moins épais, renfermant de petites *Gryphæa cymbium*, *Spiriferina verrucosa*, *S. rostrata*, var. *pinguis*, *Rhynchonella variabilis*, *Terebratula numismalis*, etc. Cette série de bancs varie beaucoup de puissance dans nos localités. Tous ces fossiles se rapportent à la partie inférieure du lias moyen.

2° Banc de 1 à 2 mètres d'un calcaire habituellement grésiforme et saccharoïde, très remarquable par la grande quantité de Bélemnites et de brachiopodes qu'il renferme. Ce banc calcaire, appelé *roc* par les ouvriers, est la couche la plus élevée du lias moyen de nos contrées. Sa surface supérieure a été durcie et comme corrodée; c'est un excellent horizon caractérisé principalement par les *Belemnites niger*, *Ammonites spinatus*, *A. fimbriatus*, *A. margaritatus*, *Gryphæa cymbium* de grande taille, *Pecten æquivalvis*, *Spiriferina rostrata* type, *Terebratula quadrifida*, *Rhynchonella tetraedra*, *R. acuta*, etc.

3° Couche à *Leptæna*, mince assise de 1 à 2 décimètres, de marne rougeâtre, à éléments calcaires divisés, renfermant un petit nombre de tout petits fossiles : *Terebratula globulina*, *Terebratulina Deslongchampsi*, *Rhynchonella pygmæa*, *Leptæna Moorei*, *L. liasiana*, *L. Bouchardi*, etc.

4° Puissante masse d'argiles très tenaces, bleuâtres, jaunâtres ou noirâtres, renfermant quelquefois des traces de fossiles, entre autres *Posidonomya Bronni* écrasés et des débris de poissons. Cette masse argileuse, d'une puissance de 7 à 8 mètres nous présente, vers sa partie moyenne, une ligne de gros rognons calcaires aplatis, nommés *miches* par les ouvriers, et dont le centre est presque toujours occupé par un corps organisé, souvent par des poissons entiers, des *Geotheutis*, *Aptychus*, etc. Vers la partie supérieure de ces mêmes argiles, on trouve souvent des pierres aplaties, avec de nombreux échantillons de l'*Ammonites jurensis*.

5° Alternance de calcaires et de lits argileux minces, renfermant en grande quantité *Ammonites bifrons*, *A. Hollandrei*, *A. serpentinus*, etc.

6° Calcaire argileux, peu cohérent, pénétré souvent d'oolithes

ferrugineuses très petites et sans cohésion, avec *Ammonites primordialis*, *Rhynchonella cynocephala*, etc.

7° Mâlière de 8 à 9 mètres d'épaisseur, calcaire d'un cendré pâle, souvent pénétré de petits grains de chlorite, et contenant des rognons siliceux mal délimités. Cette assise est caractérisée par l'*Ammonites aalensis*, le *Pecten barbatus*, le *Terebratula perovalis*, etc.

8° Conglomérat à grosses oolithes ferrugineuses.

9° Banc à oolithes ferrugineuses de Bayeux et des Moutiers.

Cette même coupe, identique avec celle d'Ilminster et du pic de Saint-Loup, près Montpellier, se répète dans toute une région de notre département. La présence de la couche à *Leptæna* n'est donc pas un fait isolé; toutefois dans certains points, par exemple du côté de Bayeux, nous n'avons jamais rencontré la couche à *Leptæna;* mais aussi dans les diverses localités que nous avons observées sur ce point du Calvados, nous avons vu les assises 5 reposer directement sur le lias moyen, c'est-à-dire sur le gros banc de roc marqué 2 dans notre coupe.

Ainsi lorsque le lias supérieur n'est pas complet, c'est-à-dire quand les argiles à *Posidonomya Bronni* manquent, et cette absence se remarque souvent, la couche à *Leptæna* manque aussi, et pourtant le gros banc de roc, si bien caractérisé par ses Bélemnites et ses autres fossiles, ne manque jamais. Il y a donc eu bien évidemment un retrait des eaux, puis un nouvel envahissement dont nos contrées montrent la trace irrécusable. C'est donc là une limite géologique bien manifeste, une preuve stratigraphique de la plus haute importance, et qui va trouver sa sanction complète dans un nouvel élément, la paléontologie.

En effet, le niveau des *Leptæna* est peut-être le plus spécial qu'on ait jamais rencontré. Presque toutes les espèces en sont non-seulement caractéristiques, mais sont tout à fait disparates avec celles qu'on trouve en dessus et en dessous, et, si l'on y rencontre parfois des espèces propres au lias moyen, ces espèces sont remaniées, usées elles mêmes et percées de vers, preuve nouvelle à ajouter aux éléments stratigraphiques que nous venons de signaler.

Je terminerai par un coup d'œil jeté sur l'ensemble de cette faune spéciale qui renferme les espèces et les genres les plus singuliers.

Les céphalopodes y sont peu nombreux; mais la présence de l'*Ammonites bifrons*, quoique très rare, indique bien que nous avons là une faune du lias supérieur. Un genre que nous avons

rapporté avec quelque doute aux céphalopodes est le genre *Peltarion*. Ce corps organisé, fort singulier, ne ressemble à rien de ce que l'on connaît dans les faunes éteintes ou dans la faune actuelle. Nous avons supposé qu'il devait être analogue au bec des Nautiles, mais ce rapport est fort éloigné, et certainement devait avoir une forme toute particulière.

Les gastéropodes sont à peu près absents de la couche à *Leptæna;* les lamellibranches sont plus nombreux, sans toutefois montrer des formes bien tranchées.

Il n'en est plus de même des brachiopodes. Citer les *Leptæna* et les Thécidées aux formes les plus étranges, montrer en même temps les derniers représentants du genre *Spiriferina*, la forme non moins curieuse de la *Terebratulina Deslongchampsi*, c'est caractériser une faune des plus spéciales qui paraîtra bien plus étrange encore lorsqu'on viendra y ajouter les crinoïdes. Ceux-ci sont des Apiocrinites, des Pentacrinites, aux formes les plus multipliées; enfin un dernier genre, le genre *Cotylederma*, ne rappelle plus rien de ce que nous voyons habituellement dans les crinoïdes : un bassin en forme de calice ou de cupule à cinq pans, sans aucune trace de tige et adhérent directement aux corps sous-marins.

*Liste des fossiles observés jusqu'ici dans la couche à* Leptæna, *dans le Calvados.*

MAY.

**Vertébrés.**

Vertèbres d'*Ichthyosaurus* de petite taille.
Dents de *Teleosaurus*.
Dents otolithes et écailles de divers poissons.

**Céphalopodes.**

*Ammonites bifrons*, Brug.
— *mucronatus ?*, d'Orb.
Becs de *Nautilus*.
*Peltarion bilobatum*, E. D.
— *unilobatum*, E. D.
*Belemnites tripartitus ?*, d'Orb.

**Gastéropodes.**

*Turbo*, sp. ind.
*Trochus epulus*, d'Orb.

**Lamellibranches.**

*Lima*, sp. ind.
*Avicula*, 2 esp. ind.
*Harpax asperrimus*, Desl.
— *pygmæus*, Desl.
— *calvus*, Desl.
*Plicatula auricula*, Desl.
— *vallata*, Desl.
— *alternans*, Desl.
*Carpenteria pectiniformis*, Desl.
*Spondylus nidulans*, Desl.
— *delicatulus*, Desl.
*Placunopsis granulosa*, Dav. S. P.
*Ostrea ocreata*, Desl.
— *monoptera*, Desl.

**Brachiopodes.**

*Terebratulina Deslongchampsi*, Dav., sp.

*Theeidea leptænoides*, E. D.
— *mayalis*, E. D.
— *submayalis*, E. D.
— *sinuata*, E. D.
— *Moorei*, Dav.
— *rustica*, Moore.
— *Koninckii*, E. D.
— *Buvignieri*, E. D.
*Suessia costata*, E. D.
— *imbricata*, E. D.
*Spiriferina adscendens*, E. D.
— *Davidsoni*, E. D.
*Rhynchonella egretta*, E. D.
*Leptæna Davidsoni*, E. D.
— *liasiana*, Bouch.
— *Bouchardi*, Dav.

Échinides.

*Cidaris Moorei*, Wright.
— *Ilminsteriensis*, Wright.
*Pseudodiadema Moorei*, Wright.
*Hemipedina Etheridgi*, Wright.
*Cidaris Amalthei*, Quenst.

Crinoïdes.

*Plicatocrinus mayalis*, Desl.
*Cotylederma miliaris*, Desl.
— *fistulosa*, Desl.
— *docens*, Desl.
— *vasculum*, Desl.
— *Quenstedtii*, Desl.
*Apiocrinus Amalthei*, Quenst.
*Pentacrinus moniliferus*, Quenst.
— *Bronni*, Quenst.
— *annulatus*, Quenst.
— *astralis*, Quenst.
— *jurensis*, Quenst.
— *briareus*, Park.

Bryozoaires.

*Spiropora*, sp. ind.
*Berenicea Archiaci?*, Haime.
*Neuropora Haimii*, Desl.

CURCY, ÉVRECY, LANDES, etc. (1).

Céphalopodes.

*Peltarion bilobatum*, E. D.
— *unilobatum*, E. D.

Lamellibranches.

*Lima*, sp. ind.
*Avicula*, petite espèce id.
*Harpax pygmæum*, Desl.
*Spondylus funiculosus*, Desl.

Brachiopodes.

*Terebratula* (*Waldheimia*) *Lycetti*, Dav.
— *globulina*, Dav.
*Terebratulina Deslongchampsi*, Dav., sp.
*Rhynchonella pygmæa*, Morris, sp.
*Leptæna liasiana*, Bouch.
— *Bouchardi*, Dav.
— *Moorei*, Dav.

Échinides.

*Cidaris Ilminsteriensis*, Wright.
*Hemipedina Etheridgi*, Wright.

Crinoïdes.

*Pentacrinus jurensis*, Quenst.

M. Bayle fait une communication sur les Rudistes.

---

(1) Ces fossiles, quoiqu'en petit nombre, sont cependant plus importants ; car dans ces localités la couche à *Leptæna* se montre dans ses conditions normales et telle qu'on la rencontrera presque toujours.

M. Damour lit la note suivante :

*Note sur la Gmélinite de l'île de Chypre*; par M. A. Damour.

M. Albert Gaudry, notre confrère, chargé en 1853, par le gouvernement français, d'une mission scientifique dans le Levant, a observé sur divers points de l'île de Chypre, plusieurs gîtes de substances minérales dont il a recueilli des échantillons qu'il a bien voulu confier à mon examen.

Parmi ces minéraux qui appartiennent à la famille des Zéolithes, on reconnaît aisément les espèces suivantes :

1° L'Analcime formant de beaux groupes de cristaux plus ou moins transparents et de forme trapézoïdale.

2° La Mésotype en prismes quadrangulaires pyramidés.

3° La Heulandite en petits cristaux faciles à distinguer à l'éclat nacré de leurs facettes, et à leur plan de clivage.

4° Une Zéolithe offrant le caractère extérieur de la Gmélinite (Hydrolithe) et qui, se montrant en cristaux plus nets et plus volumineux qu'on ne l'observe d'ordinaire sur le petit nombre de localités où cette espèce a été rencontrée jusqu'à ce jour, m'a paru mériter l'objet d'une analyse.

Cette espèce minérale affecte la forme de prisme hexaèdre régulier plus ou moins court, et surmonté d'une pyramide à six faces tronquées au sommet par un plan horizontal. Les cristaux atteignent quelquefois la grosseur d'une noisette ; les uns sont opaques avec une teinte laiteuse, d'autres sont d'un jaune orangé clair, quelques-uns enfin ont une teinte blanc jaunâtre pâle; ils sont fendillés en divers sens, et lorsqu'on les brise leurs fragments sont doués, pour la plupart, d'une certaine transparence qui permet d'observer leurs caractères optiques. A la lumière polarisée, ils montrent un seul axe positif.

La cassure de ce minéral montre un éclat un peu gras et luisant; ses clivages difficiles à reconnaître semblent parallèles aux faces du prisme hexaèdre régulier.

Sa densité est de 2,07.

Il raye faiblement le verre; il est rayé par le feldspath.

Chauffé dans le matras, il laisse dégager une forte proportion d'eau (21 à 22 p. 100).

A la flamme du chalumeau il fond en un émail blanc de lait et bulleux.

Fondu avec le sel de phosphore, il donne un verre laiteux renfermant un squelette de silice.

Les acides nitrique et chlorhydrique l'attaquent facilement, mais sans faire gelée, en laissant un dépôt de silice floconneuse.

Il présente éminemment ce caractère remarquable que j'ai signalé (*Ann. de chimie et de physique*, 3e série, tome LIII) comme appartenant à presque toutes les Zéolithes et qui consiste à perdre une notable proportion de l'eau qu'elles contiennent lorsqu'on les expose à l'action d'une atmosphère très sèche ou d'une chaleur de 40 à 50 degrés centigrades, et à reprendre ensuite, par la simple exposition à l'air, toute l'eau qu'elles avaient perdue.

Ainsi le minéral de l'île de Chypre étant chauffé à + 100 degrés pendant deux heures a perdu 9 p. 100 d'eau; en continuant de l'exposer à cette même température pendant cinq heures, la perte d'eau s'est élevée à 10 p. 100. Après vingt-quatre heures d'exposition à l'air libre, la matière a repris exactement son poids primitif.

La propriété hygroscopique de cette substance varie un peu suivant l'état de conservation des cristaux soumis à l'expérience. Ainsi des cristaux blancs, opaques, et par conséquent un peu altérés étant placés dans les mêmes conditions, ont perdu environ 13 p. 100 d'eau qu'ils ont entièrement repris par l'exposition à l'air libre, pendant vingt-quatre heures.

Le minéral décomposé par l'acide nitrique, et traité suivant la méthode que M. H. Deville a fait connaître pour l'analyse des silicates, a donné les résultats suivants :

| | | | Oxygène. | Rapports. |
|---|---|---|---|---|
| Silice. . . . . | 0,4637 | | 0,2408 | 8 |
| Alumine. . . . . | 0,1955 | | 0,0914 | 3 |
| Chaux. . . . . | 0,0526 | 0,0150 | | |
| Soude. . . . . | 0,0551 | 0,0141 | 0,0304 | 1 |
| Potasse . . . . . | 0,0078 | 0,0013 | | |
| Eau. . . . . | 0,2200 | | 0,1956 | 6 |
| | 0,9947 | | | |

Cette composition que l'on peut représenter par la formule :

$$(\dot{C}a,\dot{N}a,\dot{K})^3,\dddot{A}l^3,\ddot{S}i^8,\dot{H}^{18}.$$

est bien celle que les minéralogistes assignent à la Gmélinite, et c'est en effet à cette espèce que la substance de l'île de Chypre doit être rapportée.

Ainsi que je l'ai dit plus haut, la Gmélinite de Chypre se montre associée à l'Analcime, à la Mésotype, à la Heulandite. Elle est implantée avec ces minéraux et avec quelques cristaux de chaux

carbonatée en rhomboèdre inverse, dans une roche pyroxénique (aphanite) fortement altérée et passant à l'état de Wacke. M. Albert Gaudry, accompagné de mon fils, a observé deux gîtes de ces minéraux zéolithiques : l'un à la fontaine de Forni située entre Athiénau et Larnaca, à 24 kilomètres au nord-ouest de cette dernière ville; dans cette localité, la Gmélinite est blanche, opaque, et les cristaux sont peu volumineux. Le second gîte est situé près de Pyrgo, au nord-ouest de l'île, dans la partie la plus sauvage et la plus éloignée des voies de communication, au pied des montagnes qui forment la limite occidentale de la chaîne de l'Olympe : c'est de cette dernière localité que proviennent les cristaux transparents de Gmélinite dont je viens de présenter l'analyse.

M. Albert Gaudry, à qui je dois ces derniers renseignements, se réserve de donner plus de détails sur les gîtes des minéraux dans l'ouvrage qu'il doit publier prochainement sur la géologie de l'île de Chypre.

M. Hébert présente au nom de M. Kœchlin-Schlumberger le mémoire suivant :

*Métamorphisme des roches de transition à Thann et dans ses environs;* par M. Kœchlin-Schlumberger.

La transformation partielle qu'ont subies ces roches depuis l'époque de leur sortie des eaux et de leur consolidation est connue et admise depuis assez longtemps déjà. Dès le moment où je me suis occupé de géologie, ce phénomène a vivement frappé mon attention, et j'ai eu naturellement le désir d'en connaître les causes. Mais un temps d'apprentissage n'est pas propice pour affronter de pareils problèmes et longtemps j'ai hésité et trouvé l'entreprise au-dessus de mes forces.

La note que j'ai publiée en 1853 (1) sur les carrières de Thann était principalement descriptive ; cependant les rares idées théoriques qu'elle renferme sont comme l'embryon de mes opinions actuelles, que, un peu plus aguerri aujourd'hui, je me hasarde de faire connaître avec quelques développements. Je ne prétends nullement faire une théorie générale sur le métamorphisme ; je ne veux qu'expliquer un fait local pour ainsi dire, content si je peux ainsi ajouter un grain de sable aux conceptions plus vastes que nous réserve l'avenir (1).

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. II, p. 89.

Le terme de *métamorphisme*, quand on y réfléchit un peu, n'exprime pas une idée nette et bien définie. Si nous l'appliquons à la grauwacke de Thann, c'est que nous y rencontrons, d'une part, des roches peu dures, de couleur olive, bien stratifiées, ayant conservé avec une grande netteté les empreintes végétales; de l'autre, les mêmes roches devenues très dures, de couleur bleuâtre, ayant le plus souvent perdu toute trace de stratification où les restes organiques sont charbonnés, et où enfin on rencontre des concrétions globuleuses, qui, par leur manière d'être, excluent toute idée d'une formation contemporaine avec la sédimentation des couches dont elles font partie.

Entre ces deux extrêmes il y a des passages à tous les degrés de transformation; nous appelons non métamorphique le premier, métamorphique le second, avec tous les passages.

Mais cette première catégorie est-elle dans le même état dans lequel elle s'est déposée dans les eaux? Peut-on concevoir que des matériaux, plus ou moins fins, provenant de la désagrégation ou de la trituration de roches feldspathiques, charriés par les courants et précipités au fond des eaux tranquilles et permanentes, puissent immédiatement se constituer en strates solides, offrant une cohésion et une dureté relatives assez grandes? Évidemment non; ces roches ont dû subir une transformation et leurs parties ont dû être liées par un ciment siliceux ou feldspathique.

Il serait facile de démontrer que, non-seulement les grauwackes, mais que toutes les roches ayant acquis une certaine consistance, de structure et de composition quelconque, et à peu d'exception près, ont subi une cémentation analogue dont il ne serait pas impossible que l'action se continuât, au moins partiellement, encore de nos jours.

Quoi qu'il en soit, ce n'est pas de cette transformation primordiale dont il peut être question ici. L'état originaire des dépôts nous étant presque toujours inconnu, nous ne pouvons que comparer entre elles les variations que nous offrent les dépôts du même âge dans leurs caractères, et constater leur état métamorphique, non pas absolu, mais pour ainsi dire relatif.

### *Carrières de Thann.*

La coupe et la description détaillée des principales carrières de Thann, que j'ai données ailleurs (1), ne sont pas complètes; en y

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. II, p. 89.

ajoutant les carrières et les affleurements qu'on observe au S.-E. et au N.-O. de cette coupe, on arrive à un développement de plus de 1.200 mètres qui représentent ici la puissance du terrain, les couches étant verticales.

Sur la longueur de ce développement les couches métamorphiques alternent plusieurs fois avec celles qui se trouvent à l'état normal ou qui n'ont subi qu'une faible transformation. Ces alternances se remarquent d'autant mieux que les fouilles sont pratiquées uniquement dans la roche métamorphique, comme étant, par sa dureté, seule propre à être employée comme moellons ou taillée en pavés.

A Ritschwiller, entre Thann et Bourbach-le-Haut, la même circonstance se reproduit avec différentes allures dans la stratification ; il y a alternances de couches métamorphiques avec les couches normales.

Si nous comprenons dans ces localités le col du Freundstein qui sépare le massif du ballon de celui du Molkenrain, la grauwacke nous présente quatre variétés principales :

*a*. Schiste fissile de couleur foncée.
*b*. Grès de grauwacke à grain fin.
*c*. Id. id. à grain moyen.
*d*. Conglomérat.

*Schiste* a. — La localité la plus rapprochée de Thann où on le rencontre est le col de Freundstein ; mais il est beaucoup plus développé au col de Bussang. Il contient quelquefois des empreintes végétales peu nettes : il a évidemment subi une transformation, mais cela paraît être celle primordiale qui a dû avoir lieu sans changement dans la composition.

Cette roche fond très facilement au chalumeau et donne à la flamme une couleur jaune prononcée, ce qui rend très-probable qu'elle est composée d'éléments feldspathiques avec une proportion de silice au-dessous de celle de l'albite et qu'elle contient de la soude.

Elle donne une réaction de manganèse, une très faible de fluor, et renferme une très petite quantité de carbonate de chaux.

Il n'y a aucun analogue de ce schiste dans les carrières de Thann ; un examen superficiel pourrait vouloir lui comparer, à cause de la couleur et de la texture fine, les deux bandes noires dépendant de la couche *m* de ma coupe (1), et qu'à tort j'ai dé-

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XI, p. 90.

signées sous le nom de Jaspe; mais ces bandes sont constituées par un pétrosilex quartzeux qui fond au chalumeau un peu plus difficilement qu'un feldspath à teneur moyenne de silice. Le petit nombre des autres faibles couches qui ont quelque apparence schisteuse sont de grès *b* passant au schiste, un peu chargé de silice par le métamorphisme, mais qui fondent plus facilement que le pétrosilex noir dont il vient d'être question et colorent la flamme en jaune. Dans ces carrières, avec le prolongement indiqué en dehors de la coupe, je n'ai rien trouvé qui réponde au schiste argileux de M. Delesse (1).

*b. Grès de grauwacke à grain fin.* — Cette variété qui passe quelquefois à celle *c* a un assez grand développement à Thann; elle y existe à l'état métamorphique et à l'état normal. On la voit dans ce dernier état dans une fouille derrière la maison d'octroi : sa couleur est olive foncé; son grain un peu variable est généralement très fin; elle a peu de dureté et se raye facilement avec la pointe d'un couteau. Elle est bien stratifiée en grand, mais se brise en fragments très irréguliers à surfaces triangulaires, à arêtes tranchantes et suivant des fentes préexistantes.

Cette variété renferme en grande abondance et bien conservées des empreintes de *Stigmaria ficoides*, Brong. Sa fusion au chalumeau est très facile en produisant une perle transparente de couleur olive clair, ce qui n'empêche pas d'y voir la réaction du sel de cobalt; elle donne une faible réaction de manganèse. Essayée de différentes manières et à plusieurs reprises, j'ai obtenu des réactions prononcées de sulfate de baryte et de fluor. Sa pesanteur spécifique est de 25,51. En voici une analyse sommaire.

I.

| | |
|---|---|
| Silice . . . . . | 64,53 |
| Alumine et oxyde de fer . . . . . | 22,50 |
| Carbonate de chaux. . . . . | 1,00 |
| Magnésie et alcalis (par différence). | 8,57 |
| Perte au feu . . . . . | 3,40 |
| | 100,00 |

La même variété existe à l'état métamorphique dans la carrière qui se trouve au N.-O. au-delà de ma coupe; elle est colorée tantôt en olive grisâtre, tantôt en bleu grisâtre; souvent les deux couleurs viennent trancher nettement l'une contre l'autre. Cette

(1) *Annales des mines*, 5e série, t. III, p. 768.

coloration différente ne paraît pas affecter les autres caractères de la roche; elle est dure et fait jaillir facilement des étincelles par le choc du briquet; elle est fragile au marteau et offre une cassure grenue un peu couchoïde; on y rencontre des débris organiques charbonnés.

La variété olive renferme des creux ne dépassant pas quelques millimètres remplis d'une substance pulvérulente de couleur ocre clair, comme on en voit souvent dans les grauwackes olive et jamais dans celles bleues.

Les deux variétés sont traversées quelquefois par des veinules de quartz, dont l'épaisseur varie depuis celle du papier mince jusqu'à un millimètre; j'ai remarqué dans l'une de ces veinules des fragments de blende lamellaire qui ont jusqu'à 2 millimètres.

Des essais comparatifs m'ont prouvé que les deux variétés contenaient le fer à l'état de mélange de protoxyde et de sesquioxyde, et que la proportion du dernier était sensiblement plus forte dans la variété olive. J'ai aussi cru remarquer que, d'après l'intensité de la couleur des deux variétés en poudre et après calcination, la variété olive a une teneur plus grande d'oxyde de fer en général.

Les deux variétés fondent assez facilement au chalumeau en une perle blanche transparente un peu bulleuse qui donne aisément la réaction bleue avec le sel de cobalt. Cependant la fusion est notablement plus difficile que celle du grès *b* normal; elle est à peu près équivalente à celle de l'orthose ou de l'albite. Avec la soude on obtient une faible réaction de manganèse. J'y ai constaté une notable dose de fluor; enfin le traitement avec la soude au feu de réduction produit une tache noire sur la plaque d'argent, ce qui constate la présence d'un sulfate et probablement du sulfate de baryte. Dans la roche *b* normale j'ai reconnu le sulfate de baryte par une analyse par voie humide; je suis donc bien autorisé à faire ici cette supposition.

La pesanteur spécifique de cette roche est de 25,58. Voici une analyse sommaire de la sous-variété bleu grisâtre:

II.

| | |
|---|---|
| Silice | 73,50 |
| Alumine et oxyde de fer | 16,55 |
| Chaux carbonatée | 0,45 |
| Chaux | 0,65 |
| Magnésie et alcalis (par différence) | 7,50 |
| Perte au feu | 1,35 |
| | 100,00 |

J'ai comparé les deux variétés sous le rapport de leur propriété d'être attirable à l'aimant en suivant le procédé simple et facile à pratiquer, indiqué par M. Delesse. Exprimée en chiffre, l'intensité de cette propriété est :

| | |
|---|---|
| Pour la sous-variété olive grisâtre. . . . . | 3,0 |
| bleu-grisâtre. . . . . | 6,5 |

c. *Grès de grauwacke à grain moyen.*—La majeure partie du terrain de transition de Thann, et en général de celui du rayon dont nous nous occupons ici, est formée par cette variété. Elle est constituée par un fouillis de fragments de différentes grosseurs et de différentes formes qui sont le produit de la désagrégation de roches feldspathiques plus anciennes, et qui ont été soudés après coup par une pâte peu abondante et formée elle-même par les fragments les plus menus et la poussière appartenant aux mêmes matériaux. J'établirai cette origine arénacée de la grauwacke, lorsqu'il sera question des carrières de Roderen.

Le feldspath forme la majeure partie de ces fragments ; il est en grains irréguliers, dont les plus grands atteignent 3 millimètres, mais qui ordinairement n'ont qu'un diamètre de 1/2 à 1 millimètre. Ces grains, là où ils sont brisés, montrent des surfaces de clivage nettes et brillantes avec les gouttières ou les stries dues à l'hémitropie du sixième système cristallin ; ils sont généralement blancs et un peu translucides, sauf les cas où ils ont subi un commencement de décomposition ; ils deviennent alors d'un blanc mat et le clivage ne se fait plus aussi bien.

Le mica vient ensuite pour la fréquence ; il est d'une couleur très foncée presque noire ; ses fragments sont irréguliers et plus petits que ceux du feldspath et rarement en tables hexagonales.

Le quartz enfin y est rare et en grains le plus souvent irréguliers et arrondis.

Il est évident que ce grès est identique pour l'origine et la composition avec celui *b*, et que la différence qui existe entre les deux variétés ne réside que dans la grosseur des éléments ; des passages à tous les degrés établissent cette identité, quoique généralement les deux variétés soient assez bien calibrées.

Quand ce grès est à l'état normal, sa pâte est d'une couleur olive et est peu dure ; l'ensemble de la roche a une cassure rugueuse, ce qui prouve que les grains de feldspath ne sont pas fortement liés à la pâte ; les empreintes de plantes y existent dans le même état dans lequel on les voit généralement dans les terrains stratifiés.

Quand le grès est métamorphisé, et il se rencontre ainsi à différents degrés, sa couleur prend presque toujours une teinte d'un bleu grisâtre; la dureté devient beaucoup plus grande, la cassure moins rugueuse; pour tout le reste, l'aspect de la roche reste le même et son caractère de fouillis ne change pas.

J'ai soumis à l'analyse ce grès en bloc, et fait ensuite celle des fragments de feldspath que j'ai pu en extraire à grand'peine; voici le résultat de ces opérations :

| | III. Grès. | IV. Feldspath. |
|---|---|---|
| Silice | 67,70 | 65,71 |
| Alumine et oxyde de fer. | 20,73 | 20,85 |
| Carbonate de chaux | 0,60 | 2,54 |
| Chaux | 0,673 | |
| Magnésie | 1,813 | 8,18 |
| Alcalis (différence) | 6,484 | |
| Eau | 2,0 | 2,02 |
| | 100,000 | 100,00 |

*Concrétions globuleuses.* — Là où le métamorphisme paraît avoir agi avec le plus d'intensité, il apparaît au milieu du fouillis, constituant ce grès, des concrétions pétrosiliceuses de forme sphérique, appelées *globules* par M. Delesse, et qui avaient déterminé M. Rozet à donner le nom impropre de *diorite suborbiculaire* à la roche qui les contient.

Ces concrétions se distinguent du fouillis dans lequel elles sont logées et de sa couleur gris bleuâtre mouchetée de blanc, par une coloration uniforme qui est ordinairement un blanc plus ou moins pur, plus rarement rosé; leur forme n'est pas toujours régulièrement sphérique; elle est quelquefois aplatie, ovale et en général irrégulière; leurs limites sont vagues à leur périphérie; leur couleur blanche n'est franche que dans leur centre et décroît de là vers les bords, se fondant et se mêlant avec celle de la pâte du grès pour mourir insensiblement. S'il était permis de faire des emprunts aux termes employés par l'astronomie, le nom de *nébulosités* conviendrait mieux que tout autre à ces corps.

A cause de cette limitation incertaine, le diamètre de ces concrétions n'est pas très facile à déterminer. M. Delesse (1) indique, pour celles qu'il a soumises à l'analyse, un diamètre de 5 centimètres. C'est là un maximum qu'on ne rencontre pas sou-

(1) *Annales des mines*, 5e série, t. III, p. 760.

vent ; ordinairement ce diamètre est renfermé entre 1 et 3 centimètres.

Les concrétions sont quelquefois traversées par des filons de quartz blanc.

La roche qui les contient n'est pas un conglomérat ou une brèche ; elle renferme seulement quelquefois et comme rare exception de petits galets de porphyre, d'une nature toute différente du grès moyen de la grauwacke, ainsi qu'on le verra plus loin. J'ai des échantillons où un pareil galet empiète sur la place qu'occupe une concrétion et se trouve ainsi compris en partie dans son périmètre, et cela sans avoir subi le moindre changement et sans cesser d'être identique avec le porphyre des galets qu'on voit dans les conglomérats non métamorphiques. Cette circonstance prouve jusqu'à l'évidence que la formation des concrétions globuleuses ne peut pas être attribuée à une transformation subie par les galets de porphyre.

Les concrétions, même dans leur partie centrale, ne sont rien moins qu'homogènes ; leur principale masse, on pourrait dire leur pâte, est constituée par un pétrosilex sans clivage un peu translucide, dont la cassure tient à la fois du compacte, du grenu et de l'esquilleux, dans lequel sont distribués des grains de formes irrégulières de feldspath, de mica et de quartz.

Les grains de feldspath sont à clivage brillant montrant les gouttières du sixième système cristallin ; ce sont évidemment les mêmes grains que ceux préexistants dans le grès qui entoure les concrétions; ils en ont tous les caractères. Quand, comme il arrive quelquefois, ces grains ont perdu leur translucidité et présentent une couleur de blanc de lait, cette couleur se continue pour les grains qui sont logés dans l'intérieur des concrétions et tranche alors d'autant mieux avec la couleur moins pure, souvent grisâtre, et l'aspect un peu cristallin du pétrosilex qui forme la pâte des concrétions. Le commencement d'altération à laquelle est sans doute dû cet aspect laiteux a donc agi de même sur les grains de feldspath en dehors et en dedans des concrétions, sans agir sur le pétrosilex qui empâte les derniers.

La transformation que nous offrent les concrétions existe à différents états d'avancement ; quand leur développement est embryonnaire, tous les éléments fragmentaires du grès dans lequel elles sont logées sont conservés, et il n'y a de changé que leur pâte qui a blanchi et est devenue plus homogène ; cependant cette couleur est salie encore par une portion de pâte non modifiée. Quand au contraire ce développement est très avancé, la couleur

de la pâte devient pure, qu'elle soit blanche ou rose; un certain nombre des plus petits grains de feldspath ont disparu; les plus grands subsistent même au centre des concrétions, mais avec un plus grand écartement et laissant plus de place au pétrosilex.

Les fragments de mica, que contient le grès, continuent à subsister, sans changement apparent, dans les concrétions, ainsi que le dessin qu'en a donné M. Delesse (1) le montre bien; seulement ce mica noir, sur le soubassement d'une couleur blanche uniforme, se détache et se voit beaucoup mieux que noyé dans une teinte olive bleuâtre quelquefois très foncée.

Quant aux grains de quartz, il en est de même; on les retrouve dans les concrétions au milieu du pétrosilex, dans le même état que celui dans lequel ils existent dans le grès.

Quand on traite les roches dont il est ici question, réduites en fragments de 1 à 2 centimètres, par l'acide chlorhydrique bouillant, les détails que je viens de faire connaître deviennent plus sensibles. J'ai fait subir cette opération aux deux variétés de concrétions, celle blanche et celle rose, et au grès qui les enveloppe. Voici une description succincte des résultats obtenus :

1° *Grès des concrétions blanches.* — Il se dissout de l'oxyde de fer et du carbonate de chaux; le premier, qui est ici abondant, existe dans les concrétions dans une bien moindre proportion. Les grains de feldspath n'ont pas été attaqués, ou du moins pas d'une manière sensible; ils ont conservé leur couleur, légèrement verdâtre, leur faible translucidité, leurs faces de clivage brillantes. La pâte a perdu sa couleur et est devenue blanche d'un aspect mat et un peu grenu; elle a été sensiblement attaquée. Le mica a été presque entièrement dissous; il ne laisse qu'un très faible résidu d'un blanc sale jaunâtre; il est devenu poreux, mais on y reconnaît parfaitement la structure feuilletée.

2° *Concrétions blanches.* — Les grains fragmentaires de feldspath n'ont pas subi la moindre altération; mais ici j'ai observé que l'écartement de ces grains dans l'intérieur de la masse pétrosiliceuse n'existait pas toujours; j'ai reconnu au milieu de ces concrétions des places où ces grains forment fouillis et sont aussi rapprochés que dans le grès. Le pétrosilex est moins attaqué que la pâte du grès; il doit cependant avoir subi une légère altération à sa surface; ce qui tendrait à le prouver, c'est qu'on distingue mieux les grains de quartz, qui y sont noyés, qu'avant le traitement par l'acide.

---

(1) *Annales des mines*, 5e série, t. III, livrais. III, fig. 6.

3° *Grès des concrétions roses.* — Ce grès ne diffère autrement de celui des concrétions blanches que par la couleur des grains de feldspath dont le plus grand nombre ici est rose; il se comporte de même dans le traitement par l'acide.

4° *Concrétions roses.* — Dans l'échantillon que j'ai devant moi la transformation paraît plus complète. Le pétrosilex rouge qui en forme la principale masse est plus homogène; l'écartement des cristaux fragmentaires de feldspath qui ont la même couleur devient plus grand et atteint quelquefois 5 millimètres dans les parties centrales.

Outre les éléments ordinaires, que j'ai déjà indiqués pour les concrétions blanches, celles-ci contiennent quelquefois de petites masses lamelleuses de carbonate de chaux qui atteignent jusqu'à 3 millimètres, et que je n'ai jamais remarquées dans aucun grès. L'attaque par l'acide chlorhydrique produit ici les mêmes effets que j'ai déjà fait connaître, mais en outre elle ne modifie aucunement la couleur rose.

Les liqueurs obtenues par ce traitement ont été essayées sur leur teneur d'oxyde de fer; la proportion de cette substance a été reconnue beaucoup plus grande, à peu près du double dans le grès n° 3 que dans les concrétions n° 4.

Voici maintenant quelques réactions du pétrosilex des concrétions.

*Concrétions blanches.* — Dans la pincette il fond en un globule bulleux blanc; la réaction du sel de cobalt est facile; avec la soude au feu d'oxydation, très faible réaction d'oxyde de manganèse, même en ajoutant du nitre; avec la soude très pure au feu de réduction, très légère réaction de sulfure sur la plaque d'argent indiquant la présence probable du sulfate de baryte. Avec l'acide sulfurique, aussi très-pur, excessivement faible réaction de fluor.

*Concrétions rouges.* — Fond un peu plus facilement que le précédent; les autres réactions sont identiquement les mêmes.

J'ai soumis trois variétés de concrétions à une analyse sommaire; chacun des résultats ci-dessous est une moyenne de deux opérations.

| | V. | VI. | VII. |
|---|---|---|---|
| Silice | 77,22 | 72,00 | 71,45 |
| Alumine et oxyde de fer | 14,25 | 19,35 | 17,12 |
| Carbonate de chaux | 0,92 | 1,55 | 1,73 |
| Chaux | 0,26 | 0,42 | 0,26 |
| Magnésie et alcalis (par différence) | 6,15 | 5,33 | 8,09 |
| Perte au feu | 1,20 | 1,35 | 1,35 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Dans deux de ces analyses j'ai dosé la magnésie et ai obtenu pour l'analyse VI, 0,58; pour celle VII, 0,72.

Les trois échantillons analysés sont de Thann, de la carrière marquée par les lettres *k-m* dans ma coupe. V est une variété un peu rare par la couleur exceptionnelle de son grès qui est olive grisâtre; je l'ai choisie à cause de son grès dans lequel les grains de feldspath sont plus grands qu'à l'ordinaire, et ont pu être isolés plus facilement et me servir à l'analyse déjà citée (IV).

VI est la variété blanche dont le grès a la couleur habituelle bleu grisâtre.

VII. Concrétions rouges, la roche paraît très saine.

Quand on songe comment ces concrétions sont composées, il n'est pas étonnant de ne pas rencontrer plus de concordance dans leurs analyses. A part les grains de mica, de quartz, de carbonate de chaux lamellaire, dont la proportion peut varier et concourir à la divergence des résultats, la masse de ces concrétions est un mélange très inégal de pétrosilex et de cristaux fragmentaires de feldspath clivés. Suivant que l'un ou l'autre de ces éléments prédomine dans la petite quantité soumise à l'essai, les résultats sont bien différents, le pétrosilex contenant beaucoup plus de silice que le feldspath clivé. J'ajoute que l'endroit des concrétions qui fournit l'échantillon d'essai est encore très important. Si on le prend sur les bords, on aura plus de feldspath; si on le prend au centre, plus de pétrosilex. C'est cette différence, à laquelle je n'étais pas préparé, qui m'a engagé à répéter deux fois chacune des analyses. Elle est grande sans doute dans mes propres résultats, mais elle le devient encore plus quand on les compare à celui de M. Delesse (1), qui n'indique pour les concrétions qu'une teneur de silice de 67,42, tandis que, dans mes six analyses, la moindre teneur de silice est de 70,90, celle moyenne de 73,55, et la plus forte de 77,60.

Comme on l'a vu, le métamorphisme fait passer le plus souvent la couleur olive de la roche normale à celle bleuâtre. J'ai constaté, par de nombreux essais, que cette dernière nuance indiquait une moindre teneur en sesquioxyde et une plus grande en protoxyde: le métamorphisme a donc opéré une réduction partielle de l'oxyde de fer. M. Delesse a constaté pour d'autres localités et d'autres circonstances un certain nombre de faits analogues (2).

Cette réduction ne paraît pas cependant être en rapport direct

(1) *Annales des mines*, 5e série, t. III, p. 753.
(2) *Études sur le métamorphisme des roches.*

avec le degré de l'état métamorphique, car je n'ai pas trouvé que l'intérieur des concrétions globuleuses, qui est supposé au plus haut degré de métamorphisme, contînt l'oxyde de fer dans un état de désoxydation plus grand que le grès métamorphique lui-même qui l'entoure; seulement la teneur d'oxyde de fer y est notablement diminuée.

Comme plusieurs minéralogues paraissent considérer la couleur blanche dans le feldspath comme indiquant que le fer y est à l'état de sesquioxyde, et que je trouvais une analogie, sous ce rapport, entre le grès à concrétions et certaines roches feldspathiques, j'ai voulu constater le fait, et j'ai reconnu, par exemple, pour le mélaphyre des Vosges, que la pâte, souvent d'un vert presque noir, contenait cependant le protoxyde et le sesquioxyde mélangés dans les mêmes proportions que les cristaux de labrador presque blancs qui y sont empâtés; seulement, comme pour le grès à concrétions, le labrador a une teneur d'oxyde de fer beaucoup moindre que la pâte, ainsi, du reste, que les analyses de M. Delesse l'ont constaté.

Outre les concrétions dont nous venons de parler longuement, il existe des grès de la grauwacke où toute la roche a pris, d'une manière imparfaite, la structure des concrétions, et sans que cette structure affecte une couleur ou une forme particulière. Cette roche, tout en conservant son caractère de fouillis, ne laisse apercevoir distinctement que les plus grands fragments de feldspath; les autres sont noyés et absorbés par un magma, mais qui est loin d'atteindre à l'homogénéité du pétrosilex des concrétions.

*d. Conglomérat.* — Il est constitué par une pâte en fouillis, identique avec le grès à grain moyen de la grauwacke, et de galets plus ou moins arrondis, quelquefois même autant que les quartzites du grès vosgien. Ces galets ont des dimensions variées; le plus ordinairement ils n'ont que quelques centimètres; mais j'en ai cependant rencontré jusqu'à 13 centimètres de diamètre. Leur composition est variée aussi; mais le plus souvent, et par exemple à Thann, elle consiste en un porphyre dont la couleur passe du gris jaunâtre au gris de cendre par des nuances lie de vin jusqu'au brun foncé. La pâte de ce porphyre est homogène, à cassure compacte, un peu esquilleuse. De petits cristaux d'un blanc laiteux et d'assez égales dimensions y sont répartis à égale distance; ils ont une forme peu régulière, sont mal terminés et se fondent même quelquefois dans la pâte sur leurs bords. Enfin leurs surfaces de clivage sont brillantes; mais on n'y aperçoit que rarement les gouttières du sixième système. Ce feldspath est accompagné de

mica vert foncé et de grains de quartz; mais ces derniers sont très rares à Thann.

Outre cette roche, que par l'abondance des galets on peut appeler *conglomérat*, le grès à grain moyen contient aussi quelques rares galets de même nature, petits et isolés.

Le grès qui fait le fond de ce conglomérat existe à l'état normal et à l'état métamorphique; dans le dernier cas, les galets sont mieux soudés à leur pâte, mais sans que le porphyre qui les constitue soit aucunement modifié. Souvent même pour des roches très dures, très métamorphiques, un coup de marteau heureux sépare le galet de la pâte et laisse apercevoir ses surfaces arrondies. Enfin cette variété du terrain de transition est très inégalement répandue; elle est peu développée à Thann; elle n'est pas représentée dans les nombreux affleurements et carrières de Thann à Oberbourbach, tandis que le haut du Rosberg en est formé depuis le chalet jusqu'à la cime.

J'aurais dû admettre une cinquième catégorie de roches, c'est-à-dire celles décomposées à un degré avancé. Les carrières de Thann en offrent des masses assez considérables dans leur partie supérieure; ce sont les mêmes variétés que nous venons de décrire à l'état sain, mais colorées en jaune d'ocre avec des grains de feldspath d'un blanc mat sans clivage, et présentant peu de consistance. Il en sera plus longuement question dans le chapitre suivant.

*Carrière de Roderen.* — Cette carrière est située sur la rive gauche de la petite vallée occupée par le village de Roderen, à quelques cents mètres en amont du village; elle est ouverte dans le grès à grain moyen *c* de la grauwacke qui sert ici de moellon. Ce grès, quoique métamorphique sur toute l'étendue de la carrière, se distingue par une stratification presque aussi nette, au moins dans les 7/8es de la carrière, que dans des terrains de sédiment non modifiés; seulement vers S.-E. elle devient obscure. Les couches sont inclinées de 8° à 10° vers O. 10° N. Ce gisement n'offre d'autre variété de grauwacke que le *grès à grain moyen c*, mais dont les grains feldspathiques sont plus gros qu'ailleurs et atteignent jusqu'à 6 millimètres. Du reste, la roche a, comme à Thann, une structure arénacée. Il y a peu de pâte proprement dite; ce sont de grands fragments de feldspath empâtés dans un fouillis de plus petits. Il y a également des fragments de mica et de quartz.

Les cristaux fragmentaires de feldspath offrent la face *g'* très bien clivée et brillante; la face P, au contraire, avec la gouttière qui la caractérise, est très rare. Ces cristaux sont généralement

blancs; mais il y en a aussi de rose tendre qui ici ne paraissent pas devoir leur couleur à une peroxydation du fer, mais plutôt à une petite quantité de silicate de manganèse. Ce qui tend à le prouver, c'est que les cristaux roses, traités avec la soude au feu d'oxydation, donnent une réaction franche de manganèse, tandis que ceux blancs n'en indiquent pas la moindre trace.

Ce grès est traversé par d'assez nombreux filons, quelquefois de quartz blanc ou de chaux carbonatée, mais le plus souvent d'une substance rose dont il va être question tout à l'heure. Ces filons, généralement de peu d'épaisseur et qui ne dépassent pas quelques centimètres, se ramifient en veinules d'une extrême ténuité, de manière qu'il faut avoir recours à la loupe pour les observer.

Cette substance rose est de la teinte propre au silicate de manganèse, c'est-à-dire un rose franc sans mélange de jaune; elle est homogène; sa cassure est irrégulière, finement grenue et très peu esquilleuse; sa dureté est à peu près celle du phosphate de chaux. Elle fait fortement effervescence avec les acides; au chalumeau, elle fond un peu moins facilement que le labrador des Vosges en un globule bulleux, limpide et blanc, qui donne la couleur bleue avec le sel de cobalt; avec la soude, elle donne une réaction prononcée de manganèse; en voici l'analyse :

VIII.

| | |
|---|---|
| Silice . . . . . | 56,73 |
| Alumine et oxyde de fer . . . . . | 17,73 |
| Carbonate de chaux. . . . . | 11,06 |
| Protoxyde de manganèse . . . . . | 1,13 |
| Magnésie, alcalis, etc. (par différence). | 12,24 |
| Perte au feu . . . . . | 1,11 |
| | 100,00 |

Dans un de ces filons, de 2 à 2 1/2 centimètres d'épaisseur, cette substance rose forme salbande; elle encadre du carbonate de chaux, à grand clivage rhomboédrique, et une substance particulière qui, par sa couleur légèrement verdâtre, sa transparence troublée et par son aspect en général, rappelle la prehnite; elle offre quelques facettes de clivage qui prennent la forme de stries longitudinales; sa dureté ne dépasse pas celle du carbonate de chaux. A une des extrémités du morceau que j'ai sous la main, le minéral est altéré, la chaux carbonatée en a disparu, et il est resté un squelette spongieux à fines cellules longitudinales qui ne fait plus effervescence avec l'acide chlorhydrique, et qui fond

assez facilement au chalumeau en un verre blanc très bulleux donnant la réaction bleue avec le cobalt.

Cette substance, traitée par l'acide acétique étendu de deux tiers d'eau, se dissout avec effervescence, et laisse un résidu volumineux qui au chalumeau se comporte exactement comme la partie altérée par les agents atmosphériques dont nous venons de parler. Une analyse sommaire de cette substance donne le résultat suivant:

| | |
|---|---|
| Carbonate de chaux. . . . . | 70,34 |
| Résidu feldspathique assez fusible avec un peu d'oxyde de fer . . . . . | 29,36 |
| Eau, perte . . . . . | 0,30 |
| | 100,00 |

Tout le carbonate de chaux, en masses lamellaires, des filons de Roderen, laisse, après son traitement par l'acide chlorhydrique étendu, un résidu notable en petites lamelles rugueuses colorées en vert et en rose, qui fond facilement au chalumeau, colore la flamme en jaune et donne la réaction du sel de cobalt.

J'intercale ici sur cette localité quelques détails intéressants qui ne trouveraient pas facilement leur place ailleurs.

Le grès renferme quelques rares concrétions analogues à celles de Thann, mais dont la structure est plus obscure. On remarque cependant que les grains rosés de feldspath, mêlés en petit nombre à ceux blancs dans le grès, continuent à subsister dans la même proportion dans l'intérieur des concrétions. Une de ces concrétions est traversée par une veinule de substance rose qui tranche nettement avec le pétrosilex blanc sale. Cette circonstance identifie donc les filons de substance rose avec ceux de quartz des carrières de Thann.

On rencontre rarement un pétrosilex, qui appartient peut-être aussi à un filon, d'un rose très clair, à cassure grenue et esquilleuse, d'une grande dureté et renfermant: 1° de petits amas irréguliers et mal circonscrits d'une substance d'un blanc mat, un peu pulvérulente; 2° des cristaux rares et très petits de feldspath, à faces de clivage brillantes. Ce pétrosilex fond avec quelque difficulté dans la pincette en un verre bulleux blanc avec réaction du sel de cobalt; il contient à peu près 1/2 pour 100 de carbonate de chaux, et donne avec le carbonate de soude une belle couleur bleu-verdâtre.

J'ai enfin trouvé dans un filon un silicate très quartzeux. Il est d'une couleur blanc sale, très dur, d'une cassure finement grenue, offrant dans sa structure des lignes cellulaires parallèles aux parois

du filon, étant âpre au toucher et happant à la langue. Cette substance présente donc tous les caractères extérieurs du quartz pur. Cependant : 1° on y découvre quelques surfaces brillantes de cristaux feldspathiques ; 2° on en obtient la fusion au chalumeau en un verre limpide blanc sans bulles ; 3° elle contient 1/4 à 1/2 pour 100 de carbonate de chaux.

*Examen du grès désagrégé par les agents atmosphériques à Roderen.* — Dans la grande carrière de Roderen, certains bancs de grès, exposés le plus à l'action des agents atmosphériques par leur position supérieure, sont fortement altérés, et ont assez peu de cohérence pour en isoler les éléments. Ces roches appartiennent aux mêmes couches que les grès métamorphiques sains ; ils passent à ces derniers par degrés insensibles et ne peuvent en être séparés. A l'extrémité O., c'est une roche friable que je désignerai par le n° 1, de couleur blanche, composée d'un fouillis de grains de feldspath, de grosseur variée, de 1/2 à 3 millimètres, et de quelques grains rares de quartz et de mica dont la corrosion ne laisse subsister que de faibles vestiges.

Les grains de feldspath ont deux couleurs différentes : les uns sont roses, de la même teinte que le silicate rose des filons dont il a été question ; les autres sont blancs ; mais ces deux couleurs sont reliées par des passages à tous les degrés.

Les grains roses paraissent être parmi les plus grands ; ils se détachent entiers de la roche quand on la brise ; leur forme est très irrégulière et très arrondie. Quand on les casse, ils montrent des faces de clivage très brillantes appartenant au sixième système cristallin. Ils sont le plus souvent translucides, ce qui prouve qu'ils sont peu ou point altérés.

Les grains feldspathiques blancs sont plus nombreux ; ils occupent presque toute la place que laissent ceux roses ; car la pâte proprement dite est très rare. Ils sont également irréguliers de forme et arrondis, mais beaucoup moins que les grains roses ; cela provient en partie de ce que n'ayant pas plus de cohésion que la roche, ils se brisent avec elle et montrent alors quelques angles vifs. Du reste, leur aspect est mat, leur clivage souvent absent, et toujours moins facile et sans brillant. Ces grains sont moins durs et généralement plus altérés que ceux roses, et il est probable qu'ils constituent une espèce particulière de feldspath. Cependant dans la roche saine, tous les grains de feldspath sont bien identiques, sauf la couleur. Les grains roses et ceux blancs fondent assez facilement dans la pincette en un verre limpide blanc bulleux avec réaction du sel de cobalt.

N° 2. Cette variété se trouve à l'extrémité E. de la carrière; elle a peu de consistance; sa couleur est rouille foncée; elle est composée, à peu près comme la précédente, d'un fouillis de fragments de feldspath, de grains de quartz amorphes très nombreux, de mica un peu moins maltraité que dans le n° 1. Les fragments de feldspath rose deviennent ici lie de vin et blanc sale, mais conservent les autres caractères; ils sont plus nombreux que dans la roche n° 1. Les grains blancs ne sont plus qu'un pétrosilex sans aucun clivage, en formes irrégulières et brisées. Attachés comme ils sont à la pâte, il serait impossible de les isoler pour en faire une analyse; ils sont du reste peu durs et s'entament facilement par la pointe d'un couteau.

N° 3. Je place ici une troisième variété de roche décomposée, provenant d'une fouille située entre la grande carrière et le village de Roderen, sur la rive droite de la vallée, et qui est exploitée comme sable à mortier.

Ici la désagrégation est plus avancée que dans la carrière, et subsiste sur 1 1/2 mètre de profondeur. Cette roche est de couleur rouille; elle est, comme celles des variétés 1 et 2, constituée par un fouillis de grains de deux espèces de feldspath, de mica et de quartz. Le feldspath rose est identique avec celui des n^os 1 et 2; j'en ai fait l'analyse sommaire qui suit :

IX.

| | |
|---|---|
| Silice | 67,60 |
| Alumine et oxyde de fer | 20,49 |
| Manganèse (traces) | 0,00 |
| Carbonate de chaux | 0,84 |
| Magnésie et alcalis (par différence) | 9,62 |
| Eau | 1,45 |
| | 100,00 |

Les grains de pétrosilex blanc sont identiques avec ceux du n° 2; seulement ils paraissent encore plus altérés; ils sont du reste beaucoup moins abondants.

Parmi le petit nombre de grains de quartz amorphe que renferme cette roche, j'ai trouvé quelques cristaux très réguliers, bipyramidés, de 3 millimètres de diamètre; leurs angles sont un peu émoussés, leur surface rugueuse; ils ont donc probablement été roulés.

Le mica a presque entièrement disparu; on ne devine plus son existence que par quelques bigarrures noirâtres.

Dans cette variété, la pâte est beaucoup plus abondante que

dans les deux précédentes; elle s'y montre en rognons dont les plus grands ont 2 centimètres de diamètre, d'un pétrosilex décomposé aussi extérieurement et par couches concentriques, mais qui laisse ordinairement un noyau sain; il est alors coloré en gris de cendre, possède une dureté un peu inférieure à celle du feldspath, une texture grenue et une cassure esquilleuse. Ces rognons, tout en ayant des formes irrégulières, sont bien arrondis; ils contiennent rarement quelques fragments de feldspath blanc mat. Leur partie extérieure jaunâtre a une dureté peu considérable; elle est séparée du noyau sain par un liseré foncé de la couleur de l'hydroxyde de fer. Ces accumulations de pâte se présentent déjà dans quelques variétés de grès métamorphique sain de la grande carrière de Roderen; seulement là leur couleur est plus foncée.

*Origine arénacée de la grauwacke.* — La décomposition partielle de ces roches, en nous permettant d'isoler leurs éléments, nous montre ces derniers comme un sable roulé, comme un détritus identique avec ceux de nos torrents, et provenant comme eux de la désagrégation des roches feldspathiques préexistantes, déposé au fond des eaux par une action mécanique, soudés et rendus cohérents par une action chimique.

Si ces grès prennent l'apparence de porphyre, si leurs grains de feldspath apparaissent comme de véritables cristaux développés dans l'intérieur de leur masse, cela provient de la liaison intime des éléments de ce grès qui fait qu'il se brise en même temps que la pâte et forme avec elle une surface unie. Les grains de feldspath se clivent facilement en plusieurs directions. Ces clivages se confondent donc presque toujours dans le plan même de la cassure de la roche, et leur régularité, leur symétrie, font illusion et disposent à croire que les côtés invisibles des grains sont constitués de même.

Ce n'est, du reste, pas un fait isolé que la liaison plus ou moins intime des éléments d'un grès lui fait changer d'aspect et de nature au point d'exiger des noms différents pour le distinguer. Ainsi, par exemple, sur le plan de rupture d'un grès vosgien normal, on voit peu de grains de quartz brisés; presque tous font saillie ou creux, et constituent ainsi le caractère physique principal du grès. Quand ce grès a été transformé par le métamorphisme, ses grains sont intimement soudés; ils se brisent tous sur le plan de rupture, ne font plus saillie ni creux, et la roche change complétement d'aspect et de nature; on lui donne le nom de quartzite et même de quartz grenu.

J'ai déjà parlé de la cassure rugueuse du grès de la grauwacke

à l'état normal; j'ajouterai ici que ces grès présentent dans leurs éléments toutes les variétés de grosseur qu'on voit dans ceux métamorphiques, depuis le grès fin à fougères et à *Stigmaria* parfaitement compacte jusqu'aux fouillis à grains de 6 millimètres. Ils ont une couleur uniforme olive plus ou moins foncée, sans taches ni points à teinte ocreuse. Les grains de feldspath, quand ils sont assez grands pour être aperçus, ont conservé leur translucidité et leur clivage brillant. On peut donc admettre qu'ils sont à leur état normal, et n'ont pas sensiblement changé depuis qu'ils ont été abandonnés par les eaux. Ces grès se comportent exactement comme le grès vosgien. Quand on les brise, les grains qui les composent ne se brisent pas et donnent lieu à une surface rugueuse.

Ces grès, que l'on doit considérer comme étant à l'état normal, ne doivent pas se confondre avec ceux qui ont subi des altérations plus ou moins grandes, rendues évidentes par l'apparition de la teinte ocreuse de l'hydroxyde de fer, et quelquefois par l'altération des grains de feldspath qui alors ont perdu leur translucidité, sont devenus d'un blanc mat, souvent sans clivage, et dans tous les cas sans brillant dans les surfaces.

A l'appui de ce qui précède, je citerai encore un échantillon pris à la cime du Molkenrain, et qui a tous les caractères de ce qu'on est convenu d'appeler *porphyre brun*.

Cette roche, dont les variétés sont très répandues entre Bitschwiller et Wuenheim où elles forment en grande partie les massifs du Becherkopf, du Molkenrain, du Hartmannswillerkopf, est constituée par un pétrosilex d'un brun foncé, dans lequel sont disséminés des fragments amorphes de feldspath, de quartz et de mica.

Les fragments de feldspath sont variables en dimensions; ils atteignent 3 millimètres; leur couleur est tantôt légèrement rosée, tantôt blanche ; leur clivage est facile et brillant; leurs formes se montrent dans la cassure d'une grande irrégularité, beaucoup plus grande que n'importe dans quelle grauwacke métamorphique qui m'a passé par les mains ; il y en a d'allongés, de pointus, de recourbés, et d'autres bien arrondis. Cela se voit encore mieux à la surface extérieure de l'échantillon où la roche a été altérée à quelques millimètres de profondeur par les agents atmosphériques. C'est la pâte qui a principalement été attaquée, et les fragments de feldspath restés en saillie sont parfaitement arrondis quand ils n'ont pas été brisés.

Le quartz en grains arrondis est beaucoup plus abondant ici que dans les grès de Thann. Dans cette roche, la proportion de la pâte est un peu plus grande que dans ces derniers; mais cepen-

dant le tout offre toujours l'aspect d'un fouillis, et cette légère différence et celle dans la couleur ne suffisent pas pour séparer ce porphyre des roches métamorphiques de Thann et de Roderen, d'autant plus que dans cette dernière localité la pâte est aussi plus développée, seulement d'une manière moins régulière.

*Carrières entre Nieder et Oberburbach.* — Ici il y a plus d'uniformité dans les roches de la grauwacke qu'à Thann. Les deux variétés principales, identiques du reste avec celles de cette dernière localité, sont : 1° le grès fin à l'état normal dont nous avons fait connaître un gisement considérable derrière la maison d'octroi de Thann ; 2° le grès à grain moyen métamorphique dont les éléments n'ont le plus souvent que 1, rarement 2 millimètres de diamètre.

La variété n° 1 est à grain très fin, même quelquefois compacte ; elle est tendre, et renferme des troncs et de nombreuses empreintes de plantes.

Celle n° 2 est assez dure pour faire feu au briquet ; elle est exploitée pour l'usage des pavés.

Ces deux roches alternent ensemble, quelquefois à plusieurs reprises et avec des épaisseurs faibles de 1 à 2 mètres, et se séparent très nettement entre elles. La stratification, bien indiquée par la ligne de séparation des deux variétés et dans l'épaisseur de celle n° 1, n'existe plus dans les bancs de la variété n° 2, dans laquelle, quelle que soit sa puissance, on ne voit que des fentes perpendiculaires à la stratification. L'allure de ces couches est quelquefois horizontale ; mais le plus souvent elle montre une inclinaison vers N. un peu O., de 15 à 25 degrés. Dans ces nombreuses carrières et affleurements qui s'étendent à 2 kilomètres sur la rive gauche de la vallée, on ne voit aucune trace de conglomérat ou de brèches ; les filons aussi y sont très rares.

Voici une analyse de la variété n° 1 :

X.

| | |
|---|---|
| Silice | 62,93 |
| Alumine et oxyde de fer | 24,86 |
| Carbonate de chaux | 0,65 |
| Chaux | 0,90 |
| Magnésie | 2,73 |
| Alcalis (par différence) | 3,43 |
| Eau | 4,50 |
| | 100,00 |

Sa pesanteur spécifique est de 26,31.

*Minéraux des filons dans la grauwacke.* — Les différentes variétés de grauwacke contiennent de petites quantités des minéraux accompagnant ordinairement les filons de quartz, tels que le sulfate de baryte, des fluorures, le carbonate de chaux, l'oxyde de manganèse, auxquels il faut ajouter l'oxyde de fer. J'ai indiqué ce fait pour les roches de Thann; mais il existe également pour toutes les grauwackes, peu ou point métamorphiques des environs, que j'ai soumises à l'essai; ainsi pour celle qui forme la base de l'Oberlinger à Guebwiller, pour celle en place entre Uffholtz et Wattwiller, pour celle de couleur rouille entre Thann et Rauersmatt, pour celle enfin à grain fin de Niederburbach qui contient ces nombreuses empreintes de fougères et de *Stigmaria*.

La présence de ces minéraux, surtout dans la grauwacke et ses variétés à l'état normal et souvent très éloigné de l'influence de tout filon, a quelque importance pour mon explication du métamorphisme; c'est pourquoi j'y insiste.

*L'alumine en quantité variable existe dans tous les minéraux de filons et dans les restes organiques métamorphisés.* — La grauwacke, outre les nombreuses empreintes végétales, renferme des troncs qu'on peut diviser en deux classes.

Dans les uns (monocotylédonés), l'intérieur est entièrement rempli de la roche ambiante, et il ne reste de l'organisme que la surface avec les ornements propres à l'espèce, recouverte d'un enduit de 1 à 2 millimètres d'une substance noire très charbonneuse, mais qui, à cause de sa fragilité, n'est pas toujours conservée. Ce charbon, que j'appellerai *écorce* avec M. Brongniart, laisse par l'incinération 24 pour 100 de résidu qui consiste en substance feldspathique, en oxyde de fer et en carbonate de chaux. Ce résidu, après qu'on en a éliminé le carbonate de chaux, fond en un globule blanc limpide, et donne la réaction bleue avec le sel de cobalt.

Dans les autres troncs (dicotylédonés), on ne voit que rarement la surface; mais par contre, c'est ici le bois, qui en a formé la masse, qui a été transformé en une substance charbonneuse ressemblant un peu à l'anthracite. On y reconnaît ordinairement la structure fibreuse qui est quelquefois admirablement nette; mais dans ce dernier cas, le carbone du bois a été presque entièrement remplacé par de la silice. En incinérant cette substance charbonneuse, la perte qui représente principalement la partie combustible varie de 1 à 46 pour 100. En traitant le résidu au chalumeau, on obtient, quoique un peu difficilement, une fusion et une coloration bleue par l'azotate de cobalt, ce qui indique une teneur

d'alumine qui peut aller à plusieurs pour 100. Quand on enlève au préalable le carbonate de chaux au résidu, la fusion a également lieu.

J'ai déjà parlé des filons de la carrière de Roderen et j'ai montré qu'ils contiennent toujours de notables quantités d'alumine; il me reste à faire connaître sous ce rapport la localité de Thann et de ses environs immédiats.

Dans les carrières de Thann, les filons ne manquent pas; ils paraissent le plus abondants là où le métamorphisme est le plus avancé, comme, par exemple, dans le grès où se sont développées les concrétions globuleuses. Les ouvriers connaissent bien cette circonstance, et, quand on vient visiter les carrières pour chercher quelques minéraux de filons, ils vous préviennent qu'il y en a ou qu'il n'y en a pas, suivant que la roche qu'ils sont en train d'exploiter fournit ou non des pavés.

Les minéraux que l'on rencontre dans les filons de Thann, en y comprenant, outre les grandes carrières, le Kattenbach et le Stauffen, sont le quartz blanc, le plus souvent cristallin, l'agate rubanée, le sulfate de baryte en masses lamellaires ou en groupes de cristaux formant étoile, le fluorure de calcium vert et violet, le carbonate de chaux lamellaire ou en cristaux métastatiques, le carbonate de fer, le carbonate de manganèse, la pyrite de fer, la blende, le sulfure et le carbonate de cuivre. J'ai constaté la présence de l'alumine dans les cinq premiers de ces minéraux; je ne l'ai pas fait pour les autres, parce que leur rareté, ou bien en empêche l'analyse, ou bien ne donne qu'une valeur géologique très secondaire à cette constatation.

Dans le carbonate de chaux lamellaire bien régulièrement clivé, le résidu feldspathique, après le traitement par un acide faible, équivaut à 10 pour 100; les cristaux métastatiques n'en renferment, au contraire, que 1 1/2 pour 100.

Les pseudomorphoses ne sont pas rares dans les grandes carrières de Thann; les parois d'anciens filons en sont couvertes sur d'assez grandes étendues. Dans celles de quartz sur carbonate de chaux et sur sulfate de baryte, une croûte de quartz cristallin, de 1 à 1 1/2 millimètres, forme la surface des cristaux, l'intérieur étant creux. Eh bien, ce quartz aussi ne manque pas d'accuser une petite quantité d'alumine. Pour le sulfate de baryte et le fluorure de calcium, j'ai fait des analyses pour reconnaître l'alumine; pour le quartz et les résidus quartzeux, je n'ai employé que le chalumeau. J'ai admis la présence de cet oxyde quand il y avait fusion préalable, et ensuite coloration bleue par le sel de

cobalt. La fusibilité de ces silicates étant en raison de leur teneur en alumine, je l'ai comparée à celle de silicates dont la composition est connue, comme, par exemple, les globules de Wuenheim qui, d'après une analyse de M. Delesse (1), contiennent 6 pour 100 d'alumine.

Dans les expériences dont il est question ici, la fusibilité a été moindre que celle des globules pour les quartz; plus grande, au contraire, pour les résidus des calcaires.

Quant à ces derniers, on a choisi pour les obtenir des fragments bien homogènes exempts de tout corps étranger. Après l'action de l'acide, ces résidus existaient souvent à l'état de lamelles très déliées qui ont peut-être été intercalées entre les faces du clivage.

Le silicate d'alumine n'existe pas seulement dans ces minéraux comme mélange; quelquefois, mais il est vrai très rarement, il a cristallisé à l'état de feldspath. J'ai déjà signalé un pareil cas dans un quartz de filon de Roderen; j'en ai découvert un autre à Thann où, dans une salbande de quartz grenu de 1 à 2 centimètres d'épaisseur, j'ai trouvé, noyés au beau milieu du quartz, quelques petits cristaux bien clivés et à surfaces brillantes de feldspath blanc qui montrent admirablement les gouttières du sixième système. Leur dimension n'est que de 1 à 2 millimètres.

Enfin j'ai rencontré à Thann des filons bifurqués remplis d'un pétrosilex légèrement rosé, à cassure finement grenue, un peu esquilleuse, tantôt compacte, tantôt offrant une structure cellulaire. Au chalumeau, on en obtient une fusion plus facile que de l'orthose en un globule blanc, bulleux et limpide; la coloration bleue du sel de cobalt se fait facilement.

Ce pétrosilex est engagé dans une grauwacke à grain moyen, constituée par le fouillis ordinaire, mais qui est à un degré avancé de décomposition; sa couleur est le jaune d'ocre; les grains de feldspath y sont d'un blanc mat sans clivage. Le grès n'a pas subi le moindre changement dans le voisinage du filon, et il s'en sépare facilement.

Ce pétrosilex renferme dans son intérieur quelques parcelles du grès dans lequel il est encaissé. Ces parcelles ont la couleur ocreuse du grès extérieur, et sont dans un état identique de décomposition avec ce dernier. Il semble impossible d'admettre que ces parcelles de grès, enfermées ainsi dans une roche aussi compacte que l'est ce pétrosilex, aient pu recevoir du dehors assez d'air ou d'oxygène pour se décomposer; il faut donc croire que, lorsque le remplis-

(1) *Mémoires de la Société géologique*, 2e série, t. IV, p. 303.

sage du filon a eu lieu, le grès était déjà transformé dans l'état où nous le voyons aujourd'hui.

Voici l'analyse du pétrosilex :

| | |
|---|---|
| Silice. . . . . | 64,73 |
| Alumine et oxyde de fer. . . | 21,85 |
| Carbonate de chaux (traces). | 0,00 |
| Chaux. . . . . | 0,61 |
| Magnésie. . . . . | 0,70 |
| Eau. . . . . | 0,60 |
| Alcalis (par différence). . . . | 11,51 |
| | 100,00 |

PARTIE HYPOTHÉTIQUE.

*L'état métamorphique des grauwackes de Thann est dû à un mouvement moléculaire de la silice qui, par sa diffusion et quelquefois son accumulation dans l'intérieur de la roche, en a cimenté les éléments et en a augmenté considérablement la dureté.*

La première partie de ces études ne permet pas de douter que la cause du métamorphisme à Thann ne soit celle indiquée par le titre de ce chapitre.

Ainsi le grès normal (analyses I et X), qu'on peut raisonnablement supposer n'avoir subi que peu de changement depuis sa première consolidation, contient 64,53 et 62,93 pour 100 de silice, tandis que celui de même nature à l'origine, mais métamorphisé à un haut degré (analyse II), en contient 73,50 pour 100.

Les concrétions globuleuses où le métamorphisme a atteint son plus grand développement (analyses V, VI, VII) renferment 71,45 à 77,22 de silice, pendant que les grès qui les entourent (analyse III) n'en renferment que 67,70 pour 100, et le feldspath de ce même grès (analyse IV) que 65,71 pour 100.

Ce sont là des chiffres extrêmes, choisis pour rendre la démonstration plus rigoureuse, car dans la plupart des cas les variétés métamorphiques n'atteignent pas cette grande teneur de silice; souvent même cette teneur n'est guère plus forte que dans les roches à l'état normal, et le métamorphisme doit alors être attribué au mouvement moléculaire de la silice qui, sans presque s'accumuler, a seulement sur son passage dissous et consolidé les parties les plus ténues de la roche. Quant à la dissolution, j'ai montré que dans les concrétions globuleuses tous les éléments fins ont disparu et ont été absorbés par le pétrosilex homogène.

Les deux circonstances dans lesquelles s'est produit le métamorphisme à Thann et que je viens de mettre en saillie ne sont pas des faits isolés.

La concentration si singulière de la silice dans les concrétions globuleuses trouve son analogue dans la formation globulaire de Wuenheim, près Soultz (Haut-Rhin), que j'ai reconnue également au Luspelkopf (près Guebviller), dans les environs de Rougemont et de Giromagny.

Dans cette formation, les globules sont quelquefois mieux circonscrits ; ils sont plus homogènes dans leur masse ; mais ils sont aussi sécrétés d'une pâte feldspathique beaucoup moins siliceuse ; ainsi, à Wuenheim, la teneur en silice des globules bleus est de 89,17 pour 100, et celle de la pâte dans laquelle ils sont engagés, seulement de 62,12.

Quant à la seconde circonstance, il y a de nombreux exemples de grès rendus plus durs et plus cohérents par une transsudation de silice. Je citerai le grès vosgien qui est ainsi modifié en plusieurs points du versant E. des Vosges, et entre autres à Voegtlinshofen où il est exploité dans une grande carrière pour être taillé en pavés. Les grains composant ce grès sont intimement soudés, de manière à offrir l'aspect du quartzite grenu. M. Durocher (1), dans son travail remarquable sur le métamorphisme des roches, signale aussi des grès passés à l'état de véritables quartzites, tout en renfermant des parties argileuses qui ne sont nullement modifiées et des fossiles très bien conservés.

Un exemple frappant du mouvement moléculaire dans l'intérieur de la roche nous est fourni par les troncs (dicotylédonés) dont j'ai déjà parlé, et qui sont transformés à des degrés différents, mais quelquefois complétement, en pétrosilex contenant une très faible quantité d'alumine. Ces troncs ne font pas partie des filons ; ils se trouvent engagés au milieu du grès de la grauwacke souvent métamorphique lui-même. La silice qui a remplacé le ligneux qui les composait est venue de loin les chercher dans les grandes profondeurs où ils gisent ; ce qui le prouve, c'est que la roche dans le voisinage immédiat est tout aussi riche en silice que partout ailleurs.

Parmi ces troncs, il y en a un composé d'un pétrosilex presque infusible au chalumeau, ne donnant par la calcination qu'une perte de 1 pour 100 en eau et substance combustible, et dans lequel, tout en étant de nature très compacte, l'organisation du

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. III, p. 603.

bois est admirablement conservée. On ne peut raisonnablement concevoir la silicification que du dehors en dedans. Quand donc les couches extérieures ont eu subi la transformation, les molécules de la silice ont dû traverser le pétrosilex, pour arriver au centre, sur une épaisseur de 12 à 15 centimètres qui est le rayon de ce tronc.

Les choses ont dû se passer de même pour les nombreux restes organiques silicifiés qu'on trouve enfouis dans la croûte terrestre, et pour certaines pseudomorphoses de déplacement du règne minéral, et sous ce dernier rapport, j'ai vu à Bonn, dans les collections de l'Université, un magnifique échantillon dont je n'ai pas trouvé de mention dans les ouvrages de MM. Blum, G. Bischof et autres auteurs qui traitent de pseudomorphoses. C'est un groupe de cristaux de la forme du carbonate de chaux métastatique, à arêtes et surfaces très nettes, dont toute la masse est formée de quartz compacte ou calcédoine très homogène et sans aucun creux.

M. Blum (1), en parlant de la silicification du bois, dit que cette pseudomorphose s'accomplit de nos jours, et qu'elle procède du dehors en dedans. M. Bischof (2) cite deux faits de bois silicifié pendant les temps historiques : dans l'un, le bois est converti en agate à un demi pouce de profondeur ; dans l'autre, il est changé en hornstein sur une épaisseur de deux pouces, tandis que dans le dernier cas le bois n'avait subi aucune modification sensible dans l'intérieur du tronc.

Si quelques-uns de ces exemples du mouvement moléculaire de la silice pouvaient paraître isolés et d'un développement très restreint, j'en ajouterai un autre où le phénomène s'est produit sur une grande échelle : c'est le gisement d'Oberbergheim (Haut-Rhin) où un dépôt de muschelkalk de 2000 mètres de longueur, 400 mètres de largeur et de 50 à 80 mètres d'épaisseur, a été complétement silicifié, de manière qu'il ne renferme plus de traces de calcaire, et ce phénomène s'est accompli dans des conditions qui ont conservé aux fossiles toute la délicatesse de leurs formes.

Ceci posé, quel a été le véhicule qui a ainsi charrié la silice et aussi des silicates d'alumine dans l'intérieur des roches? Ce ne peut être que l'eau.

On ne contestera pas que l'eau et surtout celle météorique n'ait

(1) *Die Pseudomorphosen des Mineralreichs Nachtrag*, p. 196.
(2) *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie*, vol. II, 1241.

pu dissoudre de petites quantités des substances dont il est ici question pour les transporter au loin.

Les frères Rogers (1) ont prouvé par des expériences *ad hoc* que tous les silicates, autant ceux contenant des alcalis que ceux qui n'en contiennent pas, sont solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique et même dans l'eau pure.

D'autres expériences, et plus récemment celles de M. Dietrich (2), ont constaté la solubilité de tous les éléments qui constituent les roches feldspathiques dans l'eau et surtout dans celle atmosphérique. Or cette eau, qu'on appelle *eau des carrières*, existe toujours dans l'intérieur de toutes les roches, et, quoique sa quantité soit faible, elle nous semble suffisante avec l'aide du temps pour accomplir les effets que nous présente le métamorphisme de Thann.

Mais ces expériences qui peuvent expliquer certains cas sont le plus souvent superflues pour rendre raison de la mutation de la silice ; car ne voyons-nous pas sous nos yeux le feldspath et les roches feldspathiques transformés par les agents atmosphériques et changés en des compositions s'approchant plus ou moins de celle du kaolin ? Dans cette transformation, le feldspath perd un silicate alcalin dont la séparation ne peut être conçue autrement que par dissolution dans l'eau ; mais ce silicate alcalin est très probablement décomposé lui-même aussitôt que formé, et cela par l'action de l'acide carbonique de l'air qui s'empare des alcalis et laisse la silice libre. Cette décomposition des roches feldspathiques placées dans les conditions favorables a dû commencer aussitôt qu'elles ont été émergées des eaux, et exposées à l'action de l'air et des eaux météoriques. C'est une des opérations chimiques de la nature les plus anciennes et les plus répandues ; elle a fourni les argiles qui entrent dans la composition de la terre végétale ; elle a fourni la silice à de nombreux dépôts stratifiés, à de nombreux métamorphismes, à une partie des filons peut-être. Les carbonates alcalins ont fécondé les terres, et sont devenus un élément indispensable aux plantes, ou se sont rendus à la mer en subissant de nouvelles transformations.

Une question qui m'a longtemps préoccupé et dont ma solution laisse sans doute beaucoup à désirer, c'est celle de l'accumulation assez grande de la silice qui a eu lieu, dans certains cas, dans l'intérieur de la grauwacke. Cette addition de matière devait

(1) *The American Journal of sc.*, 2e série, V, 1843, p. 404.
(2) *Journal für praktische Chemie*, V, LXXIV, p. 129, n° 11.

augmenter le volume de la roche et la faire fendre en tous sens par expansion, ou bien elle devait en augmenter d'une manière notable la pesanteur spécifique, ou bien encore elle pouvait prendre la place de certaines substances éliminées. De ces trois suppositions, la dernière me paraît la plus probable.

L'aspect des dépôts de grauwacke à Thann et dans les environs ne milite pas pour une augmentation de volume quelque peu considérable.

Les fentes paraissent dues au retrait ; elles ne se présentent pas étoilées. La pesanteur spécifique que j'ai constatée sur plusieurs variétés de grauwacke ne donne pas de résultat concluant et ne paraît pas être en rapport avec l'état métamorphique des roches, ou bien si elle l'est, ce rapport est difficile à saisir, à cause de la variation qui existe dans ce caractère pour des roches se trouvant dans le même état.

On a vu, par ce qui précède, que la pesanteur spécifique de deux grès fins (analyses I et X) a été trouvée de 25,51 et de 26,31, tandis que, dans un grès fin très métamorphique (analyse II), cette pesanteur n'était que de 25,58.

On comprend que ce caractère, appliqué non à des minéraux cristallisés, mais à des roches composées d'éléments divers mêlés en proportions variables, ne permet pas d'appréciation exacte.

Examinons maintenant la troisième supposition :

1° La substance qui paraît avoir été éliminée par l'action du métamorphisme et remplacée par la silice est d'abord l'eau.

Les analyses qu'on a vues et de nombreuses expériences faites *ad hoc* m'ont démontré qu'à peu d'exceptions près, la teneur d'eau était en raison inverse du degré de la silification. Ainsi les concrétions globuleuses (analyses V, VI, VII) n'en contiennent que 1,20 et 1,35 pour 100 ; le grès fin métamorphique (anal. II), 1,35 pour 100, tandis que le grès fin à l'état normal (anal. I et X), 3,40 et 4,50 pour 100, et un autre de même nature que le dernier, mais qui n'a pas été analysé, 4,57 pour 100. La silice aurait donc remplacé une partie de l'eau.

Je n'ai pas trouvé reproduite, dans les nombreuses pseudomorphoses que nous offre la nature et dont nous avons, on doit le supposer, une connaissance encore très imparfaite, l'opération que je suppose ici avoir eu lieu.

Cependant M. Blum (1), en partie d'après M. Haidinger, cite plusieurs cas où des silicates hydratés ont perdu par lessivage

(1) *Die Pseudomorphosen des Mineralreichs*, *Anhang*, p. 11.

leur chaux, leur alumine et leur eau, et ont laissé un squelette de quartz anhydre. Cela prouve que, quoique le véhicule du lessivage soit nécessairement l'eau, cela n'a pas empêché que cette dernière ne fût évacuée de la substance originaire (1).

M. Bischof (2) parle, d'après M. Haidinger, de plusieurs cas où l'arrivée d'une dissolution de silice a provoqué l'expulsion de l'eau et la transformation de l'hydroxyde de fer en fer oligiste.

2° Il est probable qu'il y a eu aussi élimination d'un peu de silicate d'alumine.

On a vu que cette substance était répandue partout où la silicification s'est fait sentir, comme, par exemple, dans les troncs pétrifiés; qu'elle abondait souvent dans les minéraux des filons, et que même ces derniers en étaient quelquefois entièrement constitués. Or, quelle que soit la théorie qu'on adopte sur la formation des filons, peut-on raisonnablement attribuer les silicates d'alumine, souvent les véritables feldspaths qu'on y rencontre, à une autre cause qu'au lessivage de la roche adjacente? Je ne le crois pas, et ainsi la silice a pu prendre la place des silicates évacués. On ne doit pas trop s'étonner de trouver ici une réaction différente de celle qui se produit dans la décomposition normale des roches feldspathiques. Les conditions sont différentes. La première de ces réactions s'exerce sur une petite échelle, sans doute dans l'intérieur des roches et à l'abri des agents atmosphériques; la seconde a lieu très en grand, et l'action de l'air et des eaux météoriques y est indispensable.

La chimie moderne nous offre d'assez nombreux exemples de la grande influence qu'exercent sur les affinités et les réactions des corps les conditions dans lesquelles ils sont mis en présence. Ainsi, pour n'en citer qu'un seul, tout le monde sait que, lorsqu'on fait passer de la vapeur d'eau sur du fer métallique dans un tube chauffé au rouge, l'eau est décomposée; son oxygène se fixe sur le fer, l'hydrogène se dégage; mais quand on fait passer de l'hydrogène sur de l'oxyde de fer chauffé au rouge, il enlève l'oxygène à l'acide, reconstitue l'eau et laisse le fer à l'état métallique.

---

(1) L'ouvrage que M. Delesse a publié sur le métamorphisme renferme plusieurs exemples où les choses se sont passées comme à Thann. Ainsi, dans le schiste argileux du Schaumberg et dans celui de Blauc-Kuppe, le métamorphisme a augmenté la teneur de silice et diminué celle de l'eau; mais il y a aussi des exemples où l'effet contraire a eu lieu.

(2) *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Chemie*, II, p. 1346.

J'ajouterai que M. Bischof (1) cite plusieurs cas où les roches feldspathiques, en se transformant, ont abandonné de l'alumine et non des silicates alcalins. Le même auteur, à la même page (1438), signale le fait que les carbonates alcalins en excès dissolvent l'alumine; on pourrait, d'après cela, supposer que ces carbonates, formés dans les parties supérieures et exposées à l'air des dépôts de roches feldspathiques, auraient, en filtrant vers le bas, entraîné de l'alumine.

Il me reste, pour clore cette partie de mon travail, à faire connaître un cas de métamorphisme du plus grand intérêt et qui s'est accompli pendant les temps historiques: je veux parler de celui produit par les sources thermales de Plombières, et dont la découverte est due à mon ami et collègue, M. Jutier, occupé depuis plus de deux ans des travaux d'agrandissement de cet établissement et du captage de ses sources (2).

Les publications faites par MM. Daubrée (3) et Jutier (4) ont déjà signalé l'ensemble des faits qui constituent ce métamorphisme; ils ont été, pour le premier de ces géologues, l'occasion d'expériences fort importantes sur les circonstances qui président à la formation des silicates. Je n'ai donc à m'occuper ici que de ce qui, dans ces transformations qui datent de quinze siècles, a un rapport direct avec les présentes études, et je veux pour cela comparer les briques romaines à l'état à peu près normal avec celles qui ont été métamorphisées, sans doute, grâce aux eaux thermales.

Le résultat de cette comparaison montrera des effets de métamorphisme fort analogues à ceux qui se sont produits dans les roches de Thann.

Les briques ou tuiles romaines des thermes de Plombières, quand elles sont à l'état normal, ne diffèrent pas par leurs caractères physiques des tuiles qu'on fabrique de nos jours. Il y a la même structure, souvent un peu feuilletée, la même dureté, le même grain, la même cassure inégale; elles laissent, comme celles fabriquées actuellement, quelques vides de forme allongée et pa-

(1) *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie*, II, pp. 1432, 1438.

(2) M. Jutier a mis à ma disposition avec la plus grande obligeance les matériaux nécessaires pour mon travail. Je lui en réitère ici mes sincères remercîments.

(3) *Annales des mines*, 1857, 5e livraison.

(4) *Annales de la Société d'émulation du département des Vosges*, t. IX, p. 249.

rallèles aux feuillets. Quant à la dureté cependant, l'identité avec des tuiles neuves ne s'applique qu'à la partie intérieure des tuiles romaines; car sur une des faces, souvent sur les deux, la croûte extérieure, sur une épaisseur de 1 à 2 millimètres, est altérée et est devenue beaucoup moins dure.

En voici la composition chimique :

XII.

| | |
|---|---|
| Silice | 57,10 |
| Alumine et oxyde de fer | 33,26 |
| Chaux | 1,09 |
| Magnésie | 3,31 |
| Alcalis par différence, un peu d'acide carbonique et perte | 1,64 |
| Eau | 3,60 |
| | 100,00 |

La densité est = 24,27.

L'analyse à la soude a été faite deux fois ; les échantillons qui y ont servi ont été pris chaque fois sur plusieurs fragments de briques pour arriver à une moyenne plus exacte.

La brique métamorphique est bien changée ; sa cassure est devenue unie et un peu conchoïde, ce qui lui donne l'aspect du jaspe. Cette cassure est compacte, à grain très fin parfois, et ne laisse plus rien apercevoir de la structure feuilletée. Sa dureté est considérablement augmentée ; mais elle est inégale, comme les autres caractères physiques, suivant l'intensité de l'action métamorphique. Quand elle est au maximum, elle équivaut à celle du phosphate de chaux, et la brique s'entame assez difficilement par la pointe d'un couteau, tandis que la dureté de la brique normale est moindre que celle du spath d'Islande.

Les petits creux longitudinaux, vides dans les briques normales, sont ici remplis d'une substance blanche, tapissant quelquefois seulement les parois à l'état de mamelons, remplissant d'autres fois le petit espace en forme de couches concentriques, dont celle qui touche les parois prend une légère teinte bleuâtre et une faible translucidité, ce qui donne à l'ensemble l'aspect de la calcédoine. La dureté de cette substance est très peu considérable ; on la coupe presque avec un couteau.

Sa cassure est conchoïde et du grain le plus fin ; elle existe aussi sur les bords de fragments de briques d'une manière rudimentaire. La partie qui touche la brique a des caractères plus

rapprochés de la substance qui remplit les creux, sans y atteindre et sans présenter ni teinte bleuâtre ni translucidité ; celle au delà se fond avec la chaux blanche du béton. Placée ainsi entre les briques et la chaux, cette substance ressemble à du cachalong.

*Analyse de la substance blanche renfermée dans l'intérieur des briques :*

XIII.

| | |
|---|---|
| Silice | 50 |
| Chaux | 30 |
| Potasse, environ | 2 |
| Eau | 14 |
| Perte, erreur | 4 |
| | 100 |

C'est donc un silicate de chaux et de potasse, très rapproché dans sa composition de l'apophyllite, que M. Daubrée a reconnu en cristaux limpides et réguliers dans les géodes de la chaux du béton. Je me suis assuré qu'il ne contient ni chaux carbonatée, ni alumine, ni oxyde de fer ; il est possible que les 4 pour 100 de perte soient constitués en partie par de la magnésie dont les briques contiennent de notables quantités. La quantité que j'ai pu réunir péniblement de ce silicate pur était trop faible (45 milligrammes) pour que j'aie pu arriver à un résultat plus complet.

L'analyse de la brique métamorphique a donné le résultat suivant :

XIV.

| | |
|---|---|
| Silice | 58,93 |
| Alumine et oxyde de fer | 26,20 |
| Chaux | 3,36 |
| Magnésie | 2,05 |
| Alcalis par différence, un peu d'acide carbonique et perte | 4,20 |
| Eau | 5,26 |
| | 100,00 |

La densité = 23,73. Cette brique, comme celle normale, absorbe beaucoup d'eau pendant la pesée dans l'eau, et il faut les y laisser tremper plusieurs heures pour qu'elles n'augmentent plus de poids.

Pour comparer cette analyse à celle des briques à l'état normal,

j'ai supposé que, pendant la transformation, la teneur d'alumine et d'oxyde de fer était restée la même ; j'ai mis en proportion avec les quantités d'alumine chacun des éléments de l'analyse et j'ai obtenu le tableau suivant, qui représente avec la teneur d'alumine de la brique normale les teneurs de tous les autres éléments de la brique métamorphique.

| | |
|---|---|
| Silice | 74,80 |
| Alumine et oxyde de fer | 33,26 |
| Chaux | 4,26 |
| Magnésie | 2,60 |
| Alcalis (potasse) | 5,33 |
| Eau | 6,67 |
| | 126,92 |
| Il y a donc augmentation de la silice de | 17,70 |
| Chaux | 3,17 |
| Alcalis (potasse) et perte | 3,69 |
| Eau | 3,07 |
| | 27,63 |
| Il y a diminution de la magnésie | 0,71 |
| | 26,92 |

Ce que le métamorphisme est venu ajouter à la brique normale renferme donc aussi les éléments de l'apophyllite dans des proportions, il est vrai, plus chaotiques que dans la substance blanche. Ici donc un silicate de chaux et de potasse avec excès d'acide a opéré un mouvement moléculaire dans l'intérieur d'une brique à grain serré. Il en a complétement modifié les caractères physiques et chimiques.

Ici comme à Thann, c'est principalement l'intrusion de la silice qui a donné lieu à ces changements ; ici comme à Thann, la substance métamorphisée a été additionnée de matière sans augmentation apparente de volume.

Je sais bien qu'on peut objecter que ce métamorphisme a eu lieu à une température d'environ 70 degrés centigrades, et qu'il s'agit d'un silicate hydraté et non anhydre. Je pourrais répondre qu'à Plombières la transformation s'est faite dans l'espace de quinze siècles, et que, si nous prenons autant de milliers d'années pour le métamorphisme de Thann, la durée a pu suppléer à l'efficacité de la chaleur dans les réactions. Pourquoi, en effet, vouloir faire dépendre la formation des minéraux anhydres d'un

certain degré de chaleur élevé, quand nous voyons par les pseudomorphoses des corps organiques et minéraux, et par une foule d'autres faits, qu'ils ont pu se former à la température ordinaire?

J'avais écrit jusqu'ici quand j'ai eu connaissance du travail remarquable de M. Delesse sur le métamorphisme de contact (1). J'y ai vu que ce savant géologue, mais d'une manière bien plus générale et plus hardie, arrive à des conclusions analogues. En effet, attribuant dans son résumé général le métamorphisme de contact principalement à une action aqueuse, il est porté à croire que les roches éruptives feldspathiques (les laves exceptées) se sont épanchées, aidées par la pression et une chaleur modérée, à l'état de pâte boueuse très fluide.

M. Delesse fait opérer les changements que le métamorphisme a produits dans les roches par les eaux chaudes qui accompagnaient la roche éruptive, eaux qui devaient contenir en dissolution les substances qui ont été introduites dans la roche métamorphisée. Puisqu'une fois on abandonne la chaleur ou à peu près, pourquoi ne pas admettre que les eaux météoriques ont suffi pour produire tous les effets de contact? Dans ce dernier système, on a le temps à sa disposition ; on peut en prendre autant qu'on veut, tandis que dans l'autre la température de 200 à 400 degrés centigrades dont il est question devait s'évanouir promptement, et dans tous les cas durer trop peu pour opérer des cristallisations de minéraux et des modifications profondes dans la roche encaissante et s'étendant souvent à de grandes distances.

J'ai hâte de revenir aux grauwackes de Thann et de ses environs. Quand on considère l'ensemble de ces dépôts, on observe d'abord que le grès très fin avec fougères paraît moins souvent métamorphisé que le grès à grain moyen que j'ai caractérisé par le nom de fouillis.

On remarque, en second lieu, que la première de ces variétés à l'état normal alterne quelquefois avec la seconde qui est à l'état métamorphique, et cela avec de faibles épaisseurs de bancs, et dans certains cas en stratification horizontale.

Si l'on admet avec M. Bischof que les roches de Thann ont été silicifiées par des eaux renfermant de la silice en dissolution, et provenant de la décomposition du feldspath dans les régions supérieures exposées à l'action des agents atmosphériques, on se demandera comment ces eaux auront pu transformer les couches de grès à grain moyen placées au-dessous de celles du grès à grain

(1) *Études sur le métamorphisme des roches.* Paris, 1858.

fin, et sans produire aucune modification dans ces derniers? Cette question s'est déjà présentée à moi d'une manière presque identique dans l'étude du diluvien alpin (1) dont les transformations ont une certaine analogie avec celles qui ont lieu dans la grauwacke, si toutefois on remplace pour ces dernières le carbonate de chaux par la silice.

Ici comme là j'ai trouvé des alternances qui excluent l'idée que la direction des eaux métamorphisantes ait toujours été verticale de haut en bas; ici comme là il faut recourir au moyen de supposer des couches moins perméables qui se sont opposées au passage de l'eau chargée de silice.

Pour les grauwackes, ce seraient les couches de grès très fin qui seraient celles le moins perméables. Les eaux siliceuses seraient toujours venues du haut, mais de points plus éloignés où les couches perméables venaient affleurer; elles auraient cheminé le long de ces couches en respectant les autres.

Le degré de perméabilité, la disposition générale des couches et leurs relations, l'énergie de la décomposition du feldspath, et d'autres causes ont dû varier et graduer les effets; aussi répéterai-je que le grès fin se trouve aussi parfois à l'état métamorphique et le grès à grain moyen à l'état normal; mais il est vrai qu'alors il n'est plus question d'alternance et chaque roche est isolée.

Je m'arrête là. Vouloir préciser davantage ces phénomènes dont la loi échappe à notre faible vue, ce serait prétendre prendre la nature sur le fait et avoir assisté à leur accomplissement.

J'ajouterai cependant que la difficulté que présente l'explication de l'alternance de couches normales et métamorphiques existe pour tous les systèmes; elle devient même beaucoup plus grande quand on fait intervenir la chaleur où il faut admettre une action s'étendant souvent à de grandes distances, sinon instantanée, du moins incomparablement plus prompte que dans mon système, dont les effets devaient commencer à se faire sentir, comme on a vu, au moment de l'émergence des dépôts de grauwacke hors des eaux.

*Le métamorphisme des roches de Thann s'est accompli à une température peu différente de celle d'aujourd'hui.*

Cette proposition à laquelle je n'ai pu m'empêcher de toucher déjà dans le cours de ces études n'est pas nouvelle; elle a été

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XVI, p. 297.

admise par tous les observateurs attentifs des carrières de Thann, et en dernier lieu surtout par M. Delesse.

Il est vrai que l'opinion de ce savant paraît renfermer des contradictions. Il dit d'abord dans son résumé (1) page 773 : « Au moment de la feldspathisation, une couche a pu être amenée à un état plus ou moins plastique. » Un peu plus bas, il est dit : « La feldspathisation d'une couche ou sa transformation en *grauwacke* a donc eu lieu sans des changements considérables dans son volume et dans sa température. »

Moi-même j'ai exprimé cette dernière opinion il y a plus de cinq ans (2). Depuis lors, la découverte de troncs silicifiés d'une conservation bien plus parfaite que ceux qu'on trouve habituellement n'a fait que me la confirmer.

Comme le métamorphisme de Thann consiste principalement en une silicification, on pourra lui comparer les pseudomorphoses et toutes les autres formations siliceuses. Si maintenant je consulte l'opinion des auteurs les plus connus sur le mode de cette formation, les suivants se prononcent franchement pour la voie humide : M. Blum (3), M. Naumann (4), M. Bischof (5), M. Dufrénoy (6), M. Durocher (7). Quelques-uns de ces savants ne s'expliquent pas sur la température, et le dernier n'admet les cas où le métamorphisme s'est accompli par mouvement moléculaire et voie humide que comme exceptionnel.

Pour tous les auteurs cités, la longue durée est une condition indispensable ; mais M. Durocher exige en outre une certaine chaleur au dessous de celle rouge. A ce système, qui est celui de plusieurs autres géologues de notre époque, on pourrait objecter que l'on comprend bien l'action de la chaleur quand il s'agit de métamorphisme de contact ; cette chaleur est alors très forte et dure peu ; mais comment concevoir une chaleur de 200 à 300 degrés centigrades se conservant au moins pendant plusieurs milliers d'années sur des espaces très étendus de la surface de la terre ou des eaux, et comment de pareilles températures n'auraient-elles pas détruit tout organisme ?

---

(1) *Annales des mines*, 5e série, t. III.
(2) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XI, p. 101.
(3) *Die pseudomorphosen des Mineralreichs*, *Anhang*, p. 212.
(4) *Lehrbuch der Geognosie*, I, p. 809.
(5) *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie*, II, 1287.
(6) *Traité de minéralogie.*
(7) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. III.

Pour obvier à cette grave difficulté, on fait plonger les formations métamorphiques de 3 à 4 lieues dans les profondeurs de la terre, remède violent qui me paraît pire que le mal ; et quant aux grauwackes des Vosges, ce système me paraît inapplicable; car je ne vois pas quel moment on choisirait pour faire subir cette éclipse à une formation qui, par sa nature, a été dès l'origine superficielle, qui a évidemment occupé la position que nous lui voyons aujourd'hui depuis son émergence des eaux, depuis son soulèvement, et le redressement de ses couches, qui n'a pu disparaître même pendant peu de temps, sans quoi les terrains postérieurs auraient pris sa place à la surface, et lors de sa réapparition auraient été soulevés et enlevés. Or, cela n'est pas : la grauwacke, même dans les faibles hauteurs, n'est recouverte par aucune formation plus récente.

Les exemples que j'ai cités, d'après M. Bischof, de silicifications qui se sont accomplies dans les temps historiques, celui de Plombières, établissent qu'il n'a fallu que la température ordinaire dans le premier cas, et que celle de 70 degrés centigrades dans le second, pour opérer la silicification.

Voici encore l'opinion de quelques géologues qui croient que les transformations des minéraux et des roches se continuent encore de nos jours, et s'accomplissent donc à la température ordinaire. Parmi le grand nombre de savants allemands qui sont dans ces idées, MM. Bischof et Volger sont les plus avancés. Nous avons déjà eu occasion de parler du premier ; je dirai encore ici que, si les exemples qu'il cite (1) de cristaux de quartz précipités naturellement et à la température ordinaire de solution aqueuse ne méritaient pas confirmation, la question serait complétement résolue. Les études curieuses du dernier (2), quelque réserve qu'on mette dans leur adoption complète, semblent établir, dans beaucoup de cas, une transformation moléculaire incessante dans les minéraux et les roches, et dont l'action se continue de nos jours.

M. Cotta (3) s'exprime ainsi sur cette question : « Il n'y a aucun doute qu'un très grand nombre de minéraux et de roches ne se trouvent plus aujourd'hui dans le même état dans lequel ils se sont trouvés lors de leur formation ; qu'en général un grand nombre de ces substances n'ont jamais été formées comme nous

(1) *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie*, II, 1979.

(2) *Studien zur Entwicklungs Geschichte der Mineralien.*

(3) *Geologische Fragen*, p. 189.

les rencontrons aujourd'hui, et que leur état actuel a été amené par une transformation successive.

» Ceci s'entend surtout des roches et des minéraux qui sont le résultat de sédimentation aqueuse, mais même les produits éruptifs n'en sont pas exempts. Un grand nombre de ces minéraux et roches, qu'on distingue comme indépendants par des noms particuliers, ne sont véritablement rien autre que des étapes de transformation, ne sont que des états définis d'une série successive et liée de modifications. »

M. Lyell (1) est de l'opinion que les anciennes roches (stratifiées) sont plus dures et plus solides, parce que l'action métamorphisante a duré plus longtemps; elles ont cette différence avec les formations récentes qui existent entre le bois d'un vieil arbre et celui d'un jeune.

### *Relations du remplissage des filons avec l'état métamorphique des roches adjacentes.*

Dès mon premier travail sur les carrières de Thann, j'entrevoyais ces relations; de nombreuses observations faites depuis m'ont pleinement confirmé dans cette opinion, sans cependant me donner la conviction que les deux phénomènes soient dus à une même cause agissant pendant le même temps.

Les filons de la grauwacke à Thann et à Roderen sont d'une épaisseur faible, ne dépassant pas au maximum plusieurs centimètres; on pourrait donc, sans trop pécher contre les probabilités, les considérer comme le produit du lessivage des roches adjacentes qui ne seraient pas sensiblement appauvries en quartz ni diminuées en densité par la quantité comparativement faible de matière concentrée dans les filons. Avec cette opinion, quelque hérétique qu'elle puisse paraître à certains esprits, on ne se trouverait pas en trop mauvaise compagnie; on aurait d'abord pour caution M. Breithaupt (2), cet excellent observateur qui, parmi ses quatre catégories de filons, admet comme une des plus importantes celle du remplissage par des matériaux pris dans la roche adjacente; on aurait M. Bischof (3), géologue un peu radical, il est vrai, et pour lequel tous les filons appartiennent à cette

(1) *Principes de géologie*, p. 504.
(2) *Paragenesis der Mineralien.*
(3) *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie.*

catégorie ; MM. Studer (1) et de Dechen (2) penchent également pour cette manière de voir. Ce dernier dit avec raison que « dans beaucoup de cas, la composition et l'état des substances qui remplissent les filons défendent impérieusement de les considérer comme ayant été dans un état de fluidité ignée ; il signale la grande analogie entre les filons à minerai et les géodes des roches amygdaloïdes, pour lesquelles il admet qu'il est prouvé jusqu'à l'évidence que leur remplissage s'est fait, dans un temps très long, par des dissolutions aqueuses traversant la roche encaissante.

J'ai observé moi-même, au Galgenberg, un fait qui vient à l'appui de la citation : c'est que, quand des fentes de retrait (assez rares du reste) se présentent dans la roche amygdaloïde, elles se remplissent des mêmes minéraux qu'on rencontre dans les géodes et forment alors de véritables filons. Pourquoi, du reste, la géode pourrait-elle se remplir sans communication avec l'extérieur, tandis que pour les filons on voudrait cette communication avec les profondeurs de la terre, système difficile à concevoir et encore plus difficile à démontrer ?

D'un autre côté, on a vu que les grauwackes normales contiennent toutes de petites quantités de fluor, de sulfate de baryte, de carbonate de chaux, d'oxyde de manganèse, substances qu'on trouve accumulées dans les filons avec le quartz. Ici encore tout est en faveur du lessivage, et l'on ne pourrait pas objecter que ces substances auraient pu provenir du dehors et être fournies par les filons eux-mêmes, parce qu'ils existent dans des roches normales où, sur de grandes étendues, il n'y a pas trace de filons.

Une autre circonstance me semble aussi beaucoup militer pour la non-indépendance de la nature du filon avec la composition de la roche encaissante : c'est l'alumine faisant partie d'un silicate d'alumine que contiennent tous les minéraux de filons, le plus souvent en petite quantité, mais qui s'élève quelquefois jusqu'à 15 pour 100 ; c'est encore le feldspath compacte et homogène qui remplit entièrement certains filons. Or il me paraît évident que cette alumine, ce feldspath amorphe, ont été fournis par la roche encaissante ; aussi les minéraux provenant de filons qui traversent le grès vosgien, le muschelkalk et le lias, ne contiennent-ils, d'après mes essais, point d'alumine.

A l'appui de cette manière de voir, je rappellerai ce fait signalé

---

(1) *Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie*, I, p. 242.

(2) *Neues Jahrbuch*, 1851, p. 212

par M. Breithaupt (1), que le quartz manque presque entièrement dans les filons qui sont renfermés dans des roches qui ne sont pas composées de quartz et de silicates ou de silicates seuls.

Ailleurs (2) le même auteur dit que, parmi les signes caractéristiques qui sont offerts au mineur pour pronostiquer la richesse et la nature des minerais d'un filon, la composition de la roche encaissante est un des plus importants. M. Schleiden (3) signale un fait très curieux de l'influence de la roche encaissante sur la nature du minerai dans le filon.

Toutes ces circonstances s'appliquent bien à Thann et à Roderen, mais quand on quitte ces localités dans la direction du S. ou du N. il n'en est plus tout à fait de même. Les filons métallifères de Giromagny, de Steinbach et de quelques autres gîtes du flanc E. des Vosges, vu leur composition identique et la même nature de la roche qui les encaisse, ne peuvent guère être séparés de ceux de Thann. Mais ces filons ont souvent une épaisseur considérable, et il y a quelque chose d'invraisemblable d'admettre que d'aussi grandes masses de quartz et surtout de baryte aient été puisées dans la roche encaissante et cela d'autant plus que cette roche à proximité du filon est loin de paraître épuisée de ces minéraux, qu'elle n'est pas poreuse et paraît au contraire plus dure et plus quartzeuse.

Pour qu'un lessivage d'aussi grandes masses n'ait pas plus modifié la roche encaissante, il faudrait le considérer comme venant de très loin et se répartissant sur de grandes étendues. Mais il y a une autre circonstance qui se produit à Thann même et qui n'est peut-être pas favorable au système du lessivage : ce sont les phases ou l'alternance dans l'accomplissement du remplissage des filons. En effet on a vu que sur d'assez grandes étendues les fentes-filons ont d'abord été enduites d'une couche de quartz primitif qui lui-même a été incrusté : 1° de chaux carbonatée, soit en cristaux métastatiques très réguliers, soit en cristaux dérivés de cette forme ; 2° de sulfate de baryte en groupes de cristaux isolés, vulgairement appelés crêtes de coq ; 3° de fluorure de calcium en cristaux cubiques.

Dans une troisième phase, les deux premiers de ces minéraux ont eu la substance qui les composait entièrement enlevée, les cristaux sont devenus creux et une croûte extérieure de quartz cris-

(1) *Paragenesis der Mineralien*, 266.
(2) *Paragenesis der Mineralien*, 273.
(3) B. Cotta, *Gangstudien*, II, 113.

tallin a conservé intégralement leur forme. Le fluorure de calcium a été quelquefois conservé, d'autres fois il a entièrement disparu, ne laissant que l'empreinte de ses cubes dans le quartz compacte. Ici il n'y a que deux alternances pour le quartz; M. Breithaupt (1) en signale un bien plus grand nombre pour d'autres minéraux ; ainsi il y en aurait jusqu'à vingt-deux dans des cas observés par lui entre le sulfate de baryte et le perlspath.

Ces phénomènes sont connus de tout le monde ; ils se présentent avec la même succession qu'à Thann dans beaucoup d'autres filons, et parmi ceux qui me sont connus, dans celui de Tuefelsgrund, grand duché de Bade.

Je dois appuyer ici cependant sur l'observation déjà faite par M. Breithaupt (2) et que j'approuve complétement, c'est que « on ne doit pas conclure par les pseudomorphoses, souvent très rares, conservées dans les musées, qu'il n'y a ici que des accidents de peu d'importance. Des générations entières de gangues ont disparu, comme les générations des organismes enfouis dans les terrains stratifiés, etc. »

Il me semble que ces alternances, ces phases nous disposent à chercher plutôt l'origine ou la source des minéraux qui ont constitué les filons dans des points éloignés, cachés à nos faibles moyens d'investigations et dans lesquels notre imagination a plus de latitude à supposer les changements de conditions qui *président à* ces alternances. En effet, si le remplissage des filons s'était toujours fait exclusivement par le lessivage de la roche encaissante, ces changements n'auraient aucune raison d'être ; la roche étant restée sensiblement dans les mêmes conditions de température, de pression, d'humectation, aurait dû fournir dans son extrait aqueux les mêmes produits, dans la même succession et dans la même forme. On ne comprendrait pas dans ce système le dépôt initial de quartz à peu près exempt de mélange, puis celui de minéraux divers sans quartz, puis encore celui d'un second quartz.

Enfin j'ai un dernier argument contre la généralisation du lessivage à ajouter à ceux qui précèdent : c'est qu'il y a des filons de quartz dans des calcaires qui n'ont pu fournir la grande quantité de quartz dont le filon est principalement composé. J'ai cité l'exemple si curieux de Oberbergheim où un dépôt considérable de muschelkalk a été converti en quartz presque pur, et qui est

(1) *Paragenesis der Mineralien.*
(2) *Paragenesis der Mineralien.*

également traversé par des filons composés des minéraux ordinaires.

Évidemment ici le muschelkalk n'a pas pu fournir les matériaux pour reconstituer une seconde fois sa masse entière. Et cependant dans ces cas, comme à Thann, les minéraux qui composent les filons sont, sauf le carbonate de chaux, les mêmes, c'est-à-dire du quartz, du sulfate de baryte, du fluorure de calcium, etc. Cette identité dans la composition des filons, encaissés dans des roches si diverses, indique une source commune et plus éloignée pour ces minéraux de filons.

Tout ce que je viens d'exposer nous rapproche du système de l'alimentation des filons par des eaux thermales venant du bas.

Cette hypothèse me paraît gagner de plus en plus sur celle du remplissage par fluidité ignée; c'est celle qui compte aujourd'hui le plus d'adeptes.

Nous avons en tête des savants qui admettent franchement cette opinion M. Élie de Beaumont (1), dont le beau mémoire publié il y a douze ans a fourni les meilleures preuves en sa faveur.

M. Breithaupt (2) se prononce d'une manière analogue dans ses conclusions ; il dit « On est donc conduit à la conviction que le quartz des filons a été formé par voie humide, et quoique mené souvent par des vapeurs d'eau de la profondeur de la terre, qu'il a aussi dû sa formation au lessivage de la roche adjacente. »

M. de Sénarmont (3) termine ainsi l'extrait de son mémoire sur la production artificielle de certains minéraux de filons.

« Je m'étais proposé d'établir, sur des preuves expérimentales, l'opinion controversée, et, selon moi, très probable, qui attribue le remplissage des filons concrétionnés à des déjections thermales incrustantes, et de montrer que la formation d'un grand nombre de minéraux qu'on y rencontre cristallisés ou amorphes ne suppose pas toujours des conditions ou des agents très éloignés des causes actuelles. »

Si les expériences remarquables de M. Daubrée (4) n'établissent pas directement la formation de cristaux de quartz, de silicates et d'aluminates par voie de dépôt d'une solution aqueuse, elles constatent cependant la formation de ces minéraux sans l'aide de la

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. IV, p. 1249.
(2) *Paragenesis der Mineralien*, 266.
(3) *Comptes rendus*, 24 mars 1851, p. 412.
(4) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XII, p. 299.

fusion ignée et à des températures qui ne dépassent pas 500 degrés centigrades.

D'après tout ce que je viens d'exposer, il est donc probable que le remplissage des filons s'est fait aussi bien par des sources incrustantes venant du bas que par le lessivage de la roche encaissante. Dès lors il n'y a pas un grand effort d'imagination à admettre que les deux causes ont pu agir à la fois; c'est ce qui me paraît être arrivé dans les filons de Thann.

Dans cette hypothèse le lessivage auquel la matière a été fournie, soit par la décomposition des roches dans les parties exposées aux agents atmosphériques, soit par une dissolution dans l'intérieur des roches, aurait subsisté dès l'origine ; il aurait produit le métamorphisme par le mouvement moléculaire intérieur, et aurait contribué pour une faible part dans le remplissage des filons, là où il en existait. C'est lui qui aurait fourni aux filons une partie du quartz primitif, les silicates d'alumine anhydres et probablement en entier le quartz de seconde formation.

Les sources incrustantes auraient fourni la plus grande partie du quartz primitif, le sulfate de baryte, le fluorure de calcium, le carbonate de chaux primitif et quelques autres minéraux plus rares.

L'intensité des deux causes, concourant à la constitution des filons, n'étant pas toujours dans la même proportion, il en serait résulté des effets variés; ainsi, entre autres, l'abondance de la matière fournie par les sources a pu déborder les parois du filon et s'infiltrer dans la roche adjacente et produire le plus grand développement du métamorphisme qu'on remarque dans le voisinage des filons.

Quant à cette dernière observation, je citerai encore un mot de M. Breithaupt (1) qui n'a pu trouver place jusqu'ici, et que voici: « C'est encore une question de savoir s'il ne passe pas plus de matières, des filons dans la roche adjacente que de cette dernière dans le filon. »

*Opinions des auteurs sur le métamorphisme des roches de Thann.*

Le petit nombre d'auteurs qui se sont occupés de cette question ont attribué le métamorphisme à l'action calorifique des roches

(1) *Paragenesis der Mineralien*, p. 270.

éruptives à l'état d'ignition; et sous ce rapport M. Fournet (1) a présenté une hypothèse fort ingénieuse.

Ces auteurs ont traité la question d'une manière générale; il n'y a que M. Delesse (2) qui ait fait un travail spécial, appliqué à la grauwacke seulement, et particulièrement à celle de Thann.

Je ne puis me dispenser d'examiner ce travail et surtout ses conclusions théoriques qui sont très différentes de celles qu'on vient de lire. Je regrette infiniment de trouver sur mon chemin M. Delesse dont j'apprécie les hautes connaissances, l'expérience et les bons procédés, qui a été pour moi un ami, un conseil et un maître; mais comment résister au désir de mettre en lumière la vérité, comment détourner les yeux de l'esprit de ce qui m'environne, comment ne pas faire de la géologie du département du Haut-Rhin le but principal de mes faibles travaux, quand c'est cette localité seule qu'il m'est donné d'un peu connaître?

La divergence de nos opinions, je le reconnais volontiers, provient pour une bonne partie de ce que j'ai eu plus de facilité pour l'observation des faits, que j'y ai employé beaucoup plus de temps auquel la science et l'expérience ne peuvent pas toujours suppléer, que j'ai pu éclaircir chaque doute par de nouvelles visites sur les lieux. Mais, comme ce sont plutôt les théories que les faits qui nous éloignent, la discussion en deviendra moins agressive, l'opposition plus licite.

M. Delesse considère les roches de transition de Thann, dans leur état normal, comme le produit de la désagrégation et de la décomposition des roches feldspathiques antérieures; il croit que la décomposition a été assez loin pour éliminer de ces roches une partie notable de leurs alcalis, que le phénomène du métamorphisme, en restituant ces alcalis, a déterminé le développement du feldspath et sa cristallisation dans l'intérieur de la roche; pour lui donc métamorphisme est équivalent à feldspathisation.

Dans ce système, les alcalis seraient fournis par les débris de porphyre intercalés dans le terrain métamorphique, et la transformation est supposée avoir eu lieu, tantôt sans changements considérables dans la température et le volume de la roche, tantôt par l'intervention d'une chaleur qui aurait amené certaines couches à l'état de plasticité ignée.

D'après M. Delesse, les schistes qui séparent les carrières de Thann en compartiments n'ont pas été feldspathisés, quoique in-

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. IV, p. 220.
(2) *Annales des mines*, 5e série, t. III, p. 747.

tercalés au milieu de roches métamorphiques, parce que, étant un produit d'une décomposition plus avancée, au point d'être devenus argileux, leur teneur en alcalis était trop faible pour permettre le développement des cristaux de feldspath.

Je suis un peu embarrassé pour savoir comment l'auteur que j'analyse conçoit les modifications que le métamorphisme, à son point de vue, a apportées dans la structure de la grauwacke. Il admet (page 773) que ces roches étaient avant le métamorphisme à l'état arénacé composées de débris feldspathiques; qu'elles existaient (page 761) alors déjà dans les divers états de schistes, de grès et de brèches dans lesquels nous les voyons aujourd'hui, et sans doute il admet aussi le grès à différentes grosseurs de grains.

D'un autre côté il veut que les grains de feldspath, qui forment le principal élément de la grauwacke, n'aient pas été transportés par les eaux, mais qu'ils aient été cristallisés dans l'intérieur de la roche. De tout cela on doit induire que M. Delesse entend que ces grains préexistaient dans la grauwacke à l'état plus ou moins embryonnaire, ou en fragments roulés et irréguliers, et que la feldspathisation n'aurait fait que les grossir, tout en leur donnant une forme régulière. Cette conclusion est la déduction logique des idées que renferme le travail de M. Delesse, mais elle n'est nulle part exprimée nettement par lui.

M. Delesse admet enfin que les grauwackes métamorphisées ont conservé leur stratification et l'empreinte des fossiles qui y étaient originairement enfouis. Il croit que le remplissage des filons dans ces roches est postérieur à leur feldspathisation.

Je crois avoir amplement démontré que la grauwacke à gros ou à moyen grain de Thann et de ses environs est, à l'état normal, un grès composé de grains amorphes de feldspath, de quartz et de mica; que, par le métamorphisme, ces éléments n'ont pas changé de forme et que, partiellement et dans les parties les plus menues, leur composition a pu être un peu modifiée; qu'ils ont seulement été mieux cimentés par une imbibition de silice avec très peu d'alumine pour prendre une plus grande dureté et un aspect porphyrique. J'ai établi déjà depuis longtemps (1) que les grauwackes, dans leurs différentes variations dans la grosseur du grain, existent aujourd'hui simultanément à l'état normal et à l'état métamorphique et sans que ces deux états présentent entre elles la moindre différence de structure.

Les grains de feldspath de la grauwacke métamorphique étant

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XI, p. 89.

arrondis et à l'état amorphe, ils n'ont donc pas été reconstitués en cristaux réguliers.

On pourrait objecter que les exemples de roches décomposées de Roderen, pour établir la nature arénacée des grains de feldspath dans les grauwackes métamorphiques ne sont pas concluants, parce que ces roches, dont la décomposition a dû commencer dès l'origine, étaient, au moment où le métamorphisme a agi, trop altérées, trop privées d'alcalis, pour se feldspathiser, et que dès lors on doit les considérer comme n'ayant jamais subi l'action métamorphique. A cela, sans méconnaître une certaine gravité dans l'objection, je répliquerai :

1° Que, ainsi que je l'ai dit, ces roches décomposées, par leur position et leur nature, ne peuvent pas être séparées des grès métamorphiques.

2° Que, dans le système de M. Delesse, la feldspathisation a dû commencer de très bonne heure, puisqu'elle a eu lieu avant le remplissage des filons, et qu'alors la décomposition de ces roches, par l'action des agents atmosphériques devait être peu avancée et pas assez pour empêcher la feldspathisation par le manque d'alcalis.

3° La composition des grains de feldspath des roches décomposées, n'empêchait pas qu'ils eussent pu grossir et prendre une forme régulière par la feldspathisation, puisque aujourd'hui encore ils sont sans altération sensible et présentent, à l'état fragmentaire, tous les caractères physiques et chimiques d'un feldspath complet et sain.

4° Il est incontestable que les roches normales, comme celles métamorphisées, subissent la décomposition par les agents atmosphériques; il est incontestable encore que cette décomposition continue et se propage tous les jours. On ne peut donc pas dire que les roches décomposées de Roderen n'aient pu s'être trouvées déjà à l'état métamorphique.

5° Ces roches de Roderen sont du reste beaucoup moins altérées dans leur composition que leur peu de cohésion et leur couleur ocreuse pourraient le faire supposer; on a vu cela par l'état sain aux trois quarts des nodules de pétrosilex; cela ressort aussi de quelques essais qui m'ont montré qu'elle contiennent encore une notable dose de protoxyde de fer.

6° L'exemple du porphyre brun, où on a la roche saine à côté de la roche altérée, me semble trancher la question, et cela d'autant plus que dans ce soi-disant porphyre, les grains de feldspath

sont beaucoup plus irréguliers de forme que n'importe dans quelle grauvacke.

Je suis cependant loin de nier la possibilité du développement de cristaux de feldspath dans l'intérieur des roches par voie de métamorphisme, et cela d'autant moins que dans les filons de Thann et de Roderen, j'ai reconnu que dans l'intérieur du quartz grenu il s'était formé quelques cristaux clivés, microscopiques de feldspath; mais ce système, que j'aurai peut-être occasion d'étudier ailleurs, n'est pas applicable au métamorphisme de la grauwacke tel qu'il se présente à Thann.

Toutes les grauwackes à l'état normal de Thann et des environs, y compris le schiste luisant, ont une composition essentiellement feldspathique; elles n'avaient donc nul besoin d'alcalis pour se feldspathiser.

J'en ai la preuve dans les analyses du grès fin normal (anal. I).

Les nombreux essais que j'ai entrepris avec d'autres variétés m'ont amené au même résultat : fusion facile au chalumeau, coloration de la flamme en jaune, réaction du sel de cobalt, etc.

M. Delesse, en caractérisant ce grès fin (page 766 de son mémoire), dit qu'il est composé de débris de roches feldspathiques et qu'il peut fondre au chalumeau; je suis tout à fait d'accord avec lui là-dessus, sauf que la fusion est très facile.

Les couches verticales qui séparent en guise de cloisons les carrières de Thann, désignées dans la coupe de M. Delesse (1) par les lettres *s*, *s'*, et dans la mienne (2) par celles *c*, *g*, *m*, *n*, sont, d'après ce savant, des schistes argileux ou pétrosiliceux, dont la teneur en alcalis était trop faible pour permettre le développement de cristaux de feldspath dans leur intérieur.

Pour moi, qui ai bien examiné ces couches, elles sont composées de grès fin un peu schisteux, de grès fin, et quelquefois de grès à grain moyen, le tout alternant souvent ensemble. En un seul point *m*, *n*, il y a deux faibles bandes de pétrosilex. Ces roches sont plus ou moins silicifiées, mais elles présentent toutes les mêmes caractères feldspathiques que nous venons de constater pour la grauwacke normale, à l'exception du pétrosilex qui fond un peu moins facilement.

Dans mon système, l'état de ces couches s'explique très facilement : comme toutes les autres variétés de grauwacke, elles ont

---

(1) *Annales des mines*, 5e série, t. III, p. 765.
(2) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XI, p. 90.

conservé leur structure primitive et ont subi la silicification à différents degrés.

L'explication de M. Delesse me paraît compliquée et invraisemblable.

En effet, s'il y avait à Thann des roches argileuses, ayant perdu par un commencement de kaolinisation une partie sensible de leur alcali, on y verrait apparaître la rubéfaction due au sesquioxyde de fer, qui accompagne toujours la décomposition et qui en est la première étape.

Or on ne voit nulle part des roches de cette couleur, excepté dans les parties supérieures où la décomposition s'est faite dans les temps historiques et se fait encore. Il est possible que M. Delesse ait mis la main sur un échantillon ainsi tombé du haut.

J'ajouterai que l'analyse m'a démontré que dans ces grès schisteux le fer était au même degré d'oxydation que dans toutes les grauwackes normales, ce degré étant un peu au-dessous de celui du fer magnétique.

Ces couches formant cloisons ne constituent qu'une très faible partie de la masse des dépôts de grauwacke, mais il y en a d'autres beaucoup plus puissantes encaissées également entre les roches métamorphiques, et qui sont restées à l'état normal, telles que la couche derrière la maison d'octroi.

Ce sont des roches feldspathiques par exellence ; mais il faudrait pour être conséquent leur appliquer le même raisonnement qu'aux grès schisteux des cloisons.

M. Delesse dit (page 772 de son mémoire) que la feldspathisation s'est souvent produite dans une couche, sans se produire dans une autre qui la précède ou qui la suit, et qu'elle est au contraire assez égale dans une même couche. Ces faits très vrais me paraissent être des arguments sans réplique contre une action métamorphique qui procèderait de loin et dans une même direction ; car comment pourrait-on concevoir des alcalis ou des silicates traversant des couches très épaisses, sans y laisser aucune trace, pour aller produire un changement aussi considérable que l'est la feldspathisation dans une autre couche de même nature se trouvant au delà ?

Je demanderai encore pourquoi dans des couches d'une épaisseur considérable de grès fin avec plantes (analyse II) le métamorphisme s'est-il exercé avec une grande énergie, sans qu'il y ait le moindre développement de cristaux de feldspath ?

Si je comprends bien ce que M. Delesse entend par les *porphyres intercalés dans le terrain métamorphique*, ce doivent être

les galets faisant partie de la brèche ou plutôt du conglomérat. Dans ce cas, ce porphyre n'a pu surgir à l'état de fusion ignée à la place qu'il occupe aujourd'hui ; sa formation est antérieure et les galets qui en sont formés ont fait partie des matériaux du conglomérat, lors de sa sédimentation.

Ce conglomérat est très peu développé dans les carrières de Thann ; il n'en existe point à Roderen ni dans les nombreuses carrières et affleurements qu'on rencontre dans le parcours du chemin de Thann à Oberburbach, par Ramersmalt et Niederburbach ; et cependant sur cette grande étendue la roche métamorphique est très développée et est exploitée, pour le pavé de la ville de Mulhouse, en de nombreuses carrières.

Du reste, quoique le conglomérat soit un peu rare, on le retrouve près de Wuenheim avec une pâte de grès n'ayant subi aucune atteinte du métamorphisme, avec des galets bien arrondis d'un porphyre de nature identique avec celui de Thann.

Dans cette localité, le conglomérat alterne avec le grès fin à *Stigmaria* et encaisse en bancs verticaux bien stratifiés la formamation de la roche globuleuse du Rauhfels. Il s'ensuit, comme je l'ai déjà dit, que ce conglomérat existe, comme les autres variétés de la grauwacke, à l'état normal et à l'état métamorphique. Quand, par exception, les galets sont peu arrondis, ils peuvent, dans la coupe, se présenter comme éléments d'une brèche ; quand ils sont bien soudés avec le grès et rapprochés, ils peuvent simuler un porphyre indépendant. Mais ce sont là des illusions qui s'évanouissent par un examen plus attentif.

D'un autre côté, j'avais signalé déjà en 1853 (1) qu'à Thann même le grès qui forme la pâte du conglomérat *était quelquefois si peu modifié qu'on y reconnaissait parfaitement, par la couleur et les autres caractères physiques, le grès de la grauwacke*. Par une singulière et malencontreuse faute d'impression, il est arrivé que le mot *ignés* a été placé indûment après celui de *caractères physiques* dans la phrase soulignée. Or, ce mot *ignés* qui altère complétement le sens de ma phrase, véritable métamorphisme qui fait d'un neptuniste un plutoniste, n'a pas été écrit par moi et n'existe pas dans la minute que je conserve par devers moi.

Ce que je viens de dire prouve bien que le porphyre du conglomérat n'a produit aucun effet métamorphique sur le grès de la grauwacke.

Ce porphyre est d'une nature toute particulière et se distingue

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XI, p. 89.

bien, comme on a pu le voir par ma description, des grauwackes à aspect porphyrique et de la roche qu'on est convenu d'appeler porphyre brun. Ce porphyre, dans le système de M. Delesse, a surgi des profondeurs de la terre à l'état plastique ; il était donc dans les meilleures conditions pour former une roche définie : pourquoi alors aurait-il cédé une partie de ses principes constituants, pour devenir lui-même une espèce de kaolin? Ou, doit-on admettre qu'il contenait l'excès de silicate d'alcali nécessaire? car la grauwacke supposée décomposée n'avait non-seulement besoin d'alcalis, mais d'une plus grande proportion de silice, pour être feldspathisée. La chimie autorise-t-elle à considérer une pareille réaction comme vraisemblable?

Il a fallu restituer à la grauwacke, pour la feldspathiser, une quantité assez considérable de silicate d'alcali ; on ne comprend pas comment cette masse de matière n'a pas augmenté le volume ou la densité de la grauwacke.

M. Delesse fait intervenir une chaleur propre à déterminer l'état plastique de la roche, quand il s'agit de la production des concrétions globuleuses.

Les détails dans lesquels je suis entré lors de la description de ces concrétions sont contraires à l'admission de cette hypothèse :

1° Si les molécules constituantes des concrétions étaient devenues libres dans leurs mouvements par la plasticité, elles se seraient groupées autrement ; le quartz, le mica, et le feldspath, sauf les fragments les plus menus de ces derniers, n'auraient pas conservé la même forme, le même état qu'ils ont dans le grès.

2° L'action de la chaleur devant être énergique et de peu de durée, on s'expliquerait, beaucoup moins bien que par la voie lente et humide, pourquoi les concrétions auraient laissé des intervalles assez considérables entre elles, occupés par le grès métamorphique à grain moyen.

Pour métamorphiser le grès, il n'y avait qu'une température voisine de celle ordinaire, pour les concrétions, celle d'un four à porcelaine : comment cela peut-il se concilier?

3° Quoi qu'il en soit de cette grande chaleur, elle devait, en s'éloignant de son foyer, s'affaiblir et produire des zones de températures décroissantes, parmi lesquelles devait nécessairement s'en trouver une peu au-dessus du rouge sombre, propre seulement à calciner la roche et à faire passer tout son oxyde de fer à l'état de sesquioxyde avec sa couleur rouge ou jaune caractéristique. Or voit-on quelque part des effets de cette nature dans la grauwacke?

M. Delesse argumente de la postériorité du remplissage des

filons métallifères sur le métamorphisme de la grauwacke, de ce que les premiers ne contiennent pas de feldspath. J'ai montré que les minéraux des filons à Thann, à Roderen, à Oberburbach, contiennent presque toujours un peu de feldspath et quelquefois de notables quantités; j'ai montré également qu'il existe à Thann des filons de plusieurs centimètres composés uniquement d'une substance amorphe purement feldspathique.

Ce que M. Delesse dit de la stratification des roches de Thann n'est pas exact. Dans toutes les parties exploitées des carrières de Thann, la roche a une structure porphyrique et ne montre point de stratification. Cette dernière n'existe que dans les cloisons de grès schisteux et de grès fin qui séparent les carrières; il en est de même à Niederburbach et à Oberburbach.

A Roderen seulement, quoique la roche soit métamorphique, la stratification est assez bien conservée.

M. Delesse, dans la partie la plus essentielle de ses analyses, arrive au même résultat que moi, puisqu'il trouve dans les concrétions globuleuses 5 pour 100 de silice de plus que dans le grès qui les entoure, avec diminution proportionnelle de l'alumine, des terres alcalines et des alcalis. Ce grès est à assez gros grains de feldspath; il entoure les concrétions, où le métamorphisme a agi avec le plus d'énergie; il doit donc lui-même être feldspathisé et saturé d'alcali. Pourquoi alors, puisque l'analyse indique un résultat aussi net, M. Delesse a-t-il cru devoir fournir à la grauwacke normale, pour la métamorphiser, plutôt des alcalis que de la silice?

M. Delesse présente au nom de M. Ville les trois mémoires suivants sur la géologie de l'Afrique :

*Notice géologique sur le pays des Beni-Mzab;* par M. Ville, ingénieur des mines.

Le bassin hydrographique de l'Oued-Mia renferme plusieurs villes importantes qui constituent la Confédération des Beni-Mzab. C'est un pays très accidenté, appelé en arabe Chebkha (réseau, filet), parce que les différentes chaînes de montagnes qu'on y trouve se lient les unes aux autres comme les mailles d'un filet.

D'après les échantillons de roches qui nous ont été adressés de la Chebkha par M. le docteur Reboud, on reconnaît que les dolomies identiques d'aspect avec celles de Laghouat et du Djebel-Sénelba constituent la roche dominante des Beni-Mzab. On y

trouve aussi des couches épaisses de gypse comme sur les Djebels Meila, Dakla, Lebécha, Ras-el-Oïoun ; aussi nous n'hésitons pas à rapporter au terrain secondaire les roches de la Chebkha, bien que nous ne les ayons pas vues sur place.

La description suivante a été faite au moyen des échantillons recueillis par M. le docteur Reboud, dans une expédition dirigée en décembre 1855 par M. le commandant Marguerite, entre Laghouat et Ghardeïa. Elle jettera quelque jour sur la constitution géologique du pays compris entre ces deux points extrêmes, séparés l'un de l'autre par une distance de 220 kilomètres N.-S.

De Laghouat à Bou-Trekfin (1re étape), on marche sur le terrain diluvien.

A Bou-Trekfin, on creuse un puits qui a atteint 25 mètres de profondeur sans trouver d'eau. On a traversé constamment du calcaire diluvien terreux, blanchâtre, contenant des petits grains de quartz blanc hyalin.

De Bou-Trekfin à Tirremt (3e étape), terrain diluvien.

La chaîne d'El-Harazlïa, qui sépare le bassin de l'Oued-Djeddi du bassin de l'Oued-Mia, paraît être formée de terrain quaternaire, du moins dans les deux points traversés par la colonne expéditionnaire.

Les affluents qui partent de cette chaîne pour se jeter vers le N. dans la rive droite de l'Oued-Djeddi sont à peine marqués, ce qui indique que cette chaîne est peu élevée au-dessus du lit de l'Oued-Djeddi. On comprend dès lors que le terrain diluvien ait pu en recouvrir la ligne de faîte.

Les affluents qui partent de cette chaîne pour se diriger vers le S. ont, au contraire, un cours bien encaissé et un développement total de 180 kilomètres environ, depuis la crête d'El-Harazlïa jusqu'à la vallée de l'Oued-Mia. Ils ont fortement raviné le terrain quaternaire et mis à découvert le terrain secondaire qui est au-dessous ; aussi ce dernier forme les principales montagnes des Beni-Mzab.

A Tirremt, point situé à 78 kilomètres nord de Ghardeïa, se trouve une petite dahiat dominée par un mamelon composé de calcaire compacte de la période secondaire. Ce mamelon est recouvert lui-même par la carapace calcaire diluvienne.

La terrasse dans laquelle se trouve la dahiat se compose d'une brèche diluvienne à pâte calcaire rougeâtre, contenant de petits noyaux de quartz hyalin blanc, à angles vifs, et des nodules d'un calcaire compacte couleur chocolat. Un puits a été creusé sur les

bords de la dahiat jusqu'à la profondeur de 45 mètres, sans trouver l'eau.

Il a rencontré : 1° 10 mètres de terre rouge ;

2° 10 mètres de brèche diluvienne semblable à celle qu'on trouve sur le plateau ;

3° Des couches de dolomie saccharoïde, à grains fins, d'un blanc grisâtre, contenant quelques noyaux de carbonate de chaux blanc lamellaire qui se fondent par leurs bords dans la roche dolomitique proprement dite.

De Tirremt à Berrian, situé à 45 kilomètres S., on voit dominer les dolomies saccharoïdes, d'un gris clair à l'intérieur et rougeâtres à l'extérieur, par suite de la décomposition d'une petite quantité de carbonate de fer. Elles sont associées à des couches de calcaire compacte blanc jaunâtre, à cassure terreuse, et de calcaire couleur de chair, à texture cristalline. Sur les bords de l'Oued-Soudan, en amont de Berrian, les dolomies forment des couches sensiblement horizontales, coupées presque à pic sur 60 à 70 mètres de hauteur. Plusieurs échantillons de dolomie ont été recueillis en divers points de la route entre Tirremt et Berrian (auprès du Redir de Bouk-Faya, au col de Zmala, sur l'Oued-Rebeh, à Berrian) ; les uns sont recouverts extérieurement d'un enduit noir, à éclat résineux, comme certains bancs des environs de Laghouat. La dolomie est employée à Berrian comme pierre à chaux ; elle est associée à du calcaire blanc compacte, à des marnes d'un gris jaunâtre, employées comme terre à poteries, et à des couches régulières de gypse saccharoïde à grains très fins, de couleur grisâtre, contenant des nodules sphériques également gypseux, identique d'aspect avec le gypse stratifié du terrain crétacé du Djebel-Sénelba dans les environs de Djelfa.

La carapace calcaire d'un blanc rougeâtre se retrouve également en plusieurs points entre Tirremt et Berrian. Auprès de cette dernière ville, elle est associée à du gypse farineux, et forme une roche rougeâtre que les indigènes appellent *timchent*. On la fait cuire pendant trois ou quatre heures, et, en la gâchant avec de l'eau, elle sert de mortier pour les constructions.

De Berrian à Benisguen, on traverse des bancs de dolomie associée à du calcaire compacte de couleur jaunâtre. Sur les bords de l'Oued-Maboula, on remarque une couche de 4 à 5 centimètres d'épaisseur, formée de quartz blanc, hyalin, en cristaux de 1 millimètre de longueur, agglutinés par une très petite quantité de ciment calcaire blanc.

Auprès de Ghardeïa se groupent les petites villes de Benisguen,

Mélika, Bou-Noura, El-Ertef, sur les deux rives de l'Oued-Mzab. Les dolomies grises constituent presque tout le massif montagneux compris entre ces villes; elles forment, sur les bords de l'Oued-Mzab, des escarpements de 70 à 80 mètres de haut, sur lesquels les couches qui sont sensiblement horizontales dessinent de longues lignes de niveau.

Benisguen est bâti sur une montagne dont le sommet se compose d'un calcaire à tissu subcristallin et blanc à l'intérieur, et dont l'extérieur, de couleur jaunâtre, a un aspect stalactiforme. Au pied de la montagne de Benisguen, on remarque un dépôt horizontal de travertin grisâtre, à texture scoriacée. Ce dépôt, qui a $0^m,50$ d'épaisseur, recouvre une épaisse couche d'argile. Il est analogue à ceux que l'on trouve à Sidi-Makrelouf, à Aïn-el-Ibel et à l'extrémité sud-ouest du Djebel-Meila, auprès des bouillons des sources qui émergent du terrain crétacé.

Entre Mélika et Bou-Noura, on remarque, sur la rive gauche de l'Oued-Mzab, des grès quartzeux à grains fins, d'un blanc jaunâtre, facilement égrénables, renfermant des veines irrégulières colorées en noir par de l'oxyde de manganèse.

Ces grès sont inférieurs aux dolomies, et sont les représentants des puissantes assises de grès qu'on trouve dans le système des cuvettes de Laghouat, au-dessous des couches dolomitiques.

A El-Ertef, il y a du plâtre saccharoïde grisâtre intercalé dans les dolomies, comme à Berrian et auprès de Laghouat.

Entre Mélika, Bou-Noura et Benisguen, se trouve une plaine qu'on nomme Debdeba; elle est traversée par l'Oued-Mzab, et entourée de tous côtés par des montagnes dolomitiques de 70 à 80 mètres de haut. Le sol de cette plaine se compose d'un poudingue diluvien à pâte calcaire grisâtre et à petits noyaux de calcaire compacte de la période secondaire. Un puits a été creusé au milieu de la Debdeba; il fournit de l'eau qui présente la composition suivante :

*Sels divers par kilogramme d'eau.*

| NOMS DES SUBSTANCES. | Eau du puits creusé au milieu de la Dehdeba, chez les Beni-Mzab, recueillie en janvier 1856. |
|---|---|
| Chlorure de sodium | 0,2125 |
| Chlorure de magnésium | 0,0265 |
| Chlorures | 0,2390 |
| Sulfate de magnésie | 0,3045 |
| Sulfate de chaux | 0,1700 |
| Sulfates | 0,6745 |
| Carbonate de magnésie | 0,1210 |
| Carbonate de chaux | 0,3050 |
| Peroxyde de fer<br>Phosphates terreux | 0,0130 |
| Silice gélatineuse libre | 0,0580 |
| Matière organique | Indéterminé. |
| Total des sels | 1,4095 |
| Densité | 1,0013 |
| *Auteur :* de Mariguy. | |

Cette eau est supérieure en qualité aux eaux quaternaires des puits de Laghouat; elle est probablement un mélange d'eau du terrain dolomitique et d'eau du terrain quaternaire, et c'est ce qui explique sa pureté relative.

Entre Ghardeïa et Guerrara située à 40 kilomètres E.-S.-E., sur les bords de l'Oued-Zegrir, la formation dolomitique se poursuit d'une manière à peu près continue. Au Regeub-el-Mgueima, sur la rive droite de l'Oued-en-Nesa, on trouve des espèces de galets ovoïdes dont une moitié est arrondie et convexe en dehors; l'autre moitié creuse au dedans et hérissée de stalactites. Ces galets sont jaunes à l'extérieur, et sont formés à l'intérieur de calcaire blanc à structure compacte. Les grès quartzeux se montrent sous les dolomies, sur les bords de l'Oued-el-Nesa et de l'Oued-Zegrir. Cette dernière rivière est resserrée entre de hautes berges mamelonnées, formée par des couches de rochers disposés en gradins. Auprès de Guerrara, des couches de grès quartzeux rougeâtre, à ciment calcaire, constituent des buttes énormes donnant une teinte rougeâtre au pays; elles sont analogues sans doute à celles que nous avons signalées auprès de Sidi-Makrelouf, première étape au nord de Laghouat.

*Eaux potables de Guerrara.*

Guerrara est bâtie dans un bas-fond dont les berges sont taillées à pic. L'eau d'un puits creusé dans ce bas-fond et recueillie en janvier 1857 contenait 0gr,500 de matières salines par litre. Un accident a empêché de faire l'analyse complète de cette eau. Cependant le dosage total des sels indique que cette eau est de très bonne qualité, ce qui est en rapport avec la nature éminemment dolomitique et siliceuse des terrains à travers lesquels elle s'infiltre.

Entre Guerrara et Becheraïa, située sur l'Oued-Zegrir, à trois journées de marche vers le N., le pays est ondulé et hérissé de cailloux rugueux et tranchants.

Au bivouac de Bou-Kechba, on trouve la carapace diluvienne brun rougeâtre, formant une couche qui ondule comme la surface du terrain et coupée à pic par le torrent. A cette carapace est associé du gypse calcarifère blanc rougeâtre, creusé de petites grottes qui ont 1 mètre de large sur 1 de haut et 2m,50 de long.

Au bivouac d'El-Aroug, même carapace calcaire diluvienne brun rougeâtre, passant parfois à l'état de poudingue, à petits noyaux de quartz blanc, formé des couches horizontales coupées en corniche par le torrent.

A El-Medagguin, située à 85 kilomètres S.-E. de Laghouat, le terrain diluvien se compose de terres rouges et de sables formant des couches épaisses. Il se prolonge sans interruption jusqu'à Laghouat. Sur la ligne de faîte d'où partent les ravins qui vont se jeter dans la rive droite de l'Oued-Djeddi, on observe une brèche diluvienne formée de fragments de calcaire secondaire blanchâtre, réunis par un ciment calcaire et ferrugineux, et parfois aussi du gypse farineux blanchâtre. Le gypse se présente également en grandes plaques blanches, lamelleuses, de 0m,20 de long sur 0m,12 de large et 0m,03 d'épaisseur, disséminées au milieu des sables rouges.

On voit par ce qui précède que le terrain qui est à l'est de la Chebka des Beni-Mzab est recouvert par la carapace diluvienne. Le terrain dolomitique de la période crétacée forme une sorte de boutonnière au milieu du plateau saharien méridional, et cette boutonnière est remarquable en ce qu'elle se trouve tout entière dans le bassin hydrographique de l'Oued-Mzab qui va se perdre dans la vaste dépression d'Ouargla.

Pour s'expliquer l'apparition au jour du terrain secondaire des Beni-Mzab, il faut concevoir tout le terrain compris entre l'Oued-

Djeddi et la ligne des oasis d'Ouargla à Mzaïr, comme recouvert par un manteau de terrain diluvien formant un dos d'âne sur la ligne de partage des eaux de l'Oued-Djeddi et de la ligne des oasis. Ce manteau forme, à partir de cette ligne de partage, un plateau régulier qui plonge vers le S., et qui est découpé par l'Oued-Zegrir, l'Oued-en-Nesa, l'Oued-Mzab. Tous ces ravins ont entaillé en entier le terrain quaternaire, et ont pénétré jusque dans la formation dolomitique qui le supporte. Ce plateau régulier produit sur le pourtour du bas-fond d'Ouargla, au N. et à l'O., une sorte de corniche de 100 mètres environ de hauteur, sur laquelle viennent se dessiner sans doute les tranches des couches dolomitiques. A partir du bas-fond d'Ouargla, le même plateau se relève vers le S.-O., du côté de Golea, puisqu'il est découpé par des rivières qui découlent du S.-E. au N.-E. vers Ouargla. Il est terminé vers l'O. par une corniche semblable à celle qu'on observe autour de la partie occidentale du bassin d'Ouargla et qui limite le bas-fond d'El-Lona.

La ligne de faîte qui sépare le bassin de l'Oued-Djeddi du bassin de l'Oued-Mzab ne présente que le terrain diluvien, du moins dans les points où elle a été étudiée. Cependant on peut conclure de la présence du terrain crétacé sur le revers sud de cette ligne de faîte que le même terrain existe probablement sous la ligne de faîte à une faible profondeur, et qu'il est simplement recouvert à la surface par un manteau peu épais de terrain quaternaire.

*Plaine saharienne d'Ourgla et de Negouça.*

Nous allons donner maintenant sur la plaine saharienne d'Ouargla et de Negouça quelques détails extraits d'un rapport rédigé par M. le docteur Reboud, à la suite d'une deuxième expédition faite en janvier 1857 :

« L'Heicha est une vaste plaine saharienne couverte de dunes, de pitons isolés, de sebkha. C'est un bas-fond où se jettent l'Oued-en-Nesa, l'Oued-Mzab, l'Oued-Mia et d'autres torrents encore inconnus, bas-fond auquel les plateaux forment à l'O. et un peu au N. une ceinture de crêtes dentelées de 100 mètres de hauteur. C'est dans cette plaine sablonneuse que s'élèvent Negouça et Ouargla.

» L'oasis de Negouça est entourée en partie par quelques hautes dunes, et le sol est couvert d'efflorescences salines. Negouça possède vingt-cinq puits artésiens de la profondeur de 50 mètres, coffrés en troncs d'arbres, et en tout semblables à ceux de Tong-

gourt et de tout l'Oued R'ir. L'eau amère et salée se déverse sans cesse dans les fossés étroits et profonds qui coupent le sol et vont baigner les racines des palmiers. Le thermomètre, plongé à plusieurs reprises et à des profondeurs différentes, marquait 23 degrés à neuf heures du matin, l'air extérieur étant à 9 degrés.

» Les jardins de Negouça sont arrosés au moyen de puits peu profonds, non artésiens, dont l'eau est moins saumâtre que celle des puits artésiens.

» Les habitations d'Ouargla sont bâties en terre et pierre à plâtre, et revetues d'un crépissage.

» Le Djebel-Krima est un des pitons qui s'élèvent dans la plaine, à quelques lieues d'Ouargla ; il est formé de terres rougeâtres, semblables à du sable durci par l'action des eaux, mêlées de galets et de concrétions gypseuses que l'on prendrait pour de longues tiges putréfiées. La partie supérieure du piton est ondulée ; on y trouve des fragments de silex et de maigres touffes de roumeran près d'une ville mozabite, et autour de l'orifice béant d'un puits profond et sans eau.

» Les jardins, les cultures, les fruits et les eaux d'Ouargla, sont semblables à ceux de Negouça. Les environs sont dans quelques points couverts de marécages et de sebkhas. C'est de ces sebkhas, sans doute, que provenaient les belles tables de sel cristallisé que des femmes des Chaamba-bou-Rouba ont apportées au bivouac des goums de la colonne de Laghouat.

» En partant d'Ouargla et se dirigeant vers Laghouat, la colonne avait à sa gauche la ligne des plateaux. A l'Engla de Kefifi (une journée de marche d'Ouargla), dans la plaine, il y a seize puits d'eau saumâtre. On y trouve un petit arbuste vert nommé souid (petit noir), parce que ses feuilles noircissent par la dessiccation.

» On extrait du souid et du bou-greba un sesquicarbonate de potasse ou de soude, nommé *trouna* par les gens du Souf qui l'emploient, ainsi que le khelil (*Rosmarinus officinalis*), à la préparation du tabac qu'ils répandent dans les villes du Sahara. Le khelil est apporté des montagnes de la province de Constantine. »

On n'a qu'à jeter les yeux sur la carte de l'Algérie au 1/1500000 pour se convaincre que le Sahara algérien, qui est au S.-E. de Laghouat, se relie d'une manière continue au Sahara de la province de Constantine. Ainsi, entre Ouargla et l'extrémité occidendale du Chott-Melrhir, la carte indique un pays plat, entrecoupé de vastes dépressions qui se recouvrent en été d'efflorescences salines, et au milieu desquelles sont disséminées les oasis d'Ouar-

gla, Negouça, Témacin, Touggourt, Tamerna, Ourlana, El-Mrhir. Cette ligne d'oasis forme un contour circulaire qui tourne sa concavité vers le N.-O., et présente un développement rectiligne d'environ 300 kilomètres de longueur. Des puits artésiens nombreux existent dans toutes les oasis nommées tout à l'heure. La profondeur de ces puits est la suivante :

| PROFONDEUR DES PUITS JAILLISSANTS. | | Altitude du niveau supérieur des puits au-dessus du niveau de la mer. |
|---|---|---|
| Ouargla | 50 mètres environ. | + 127 mètres. |
| Negouça | 50 id. | » |
| El-Bardan | » | + 109 id., bords d'un chott. |
| Blidet-Amer | 40 mètres. | + 81 id. |
| Témacin | 40 à 60 mètres. | + 56 id. |
| Nezla | 45 à 47 id. | + 51 id. |
| Touggourt | 45 à 55 id. | + 54 id. |
| Tebesbet | 40 à 60 id. | » |
| Zaouiat | 50 à 60 id. | + 32 id. |
| Sidi-Bached | 52 mètres. | + 43 id. |
| Tamerna | 60 id. | + 39 id. |
| Ourlana | Inconnu. | + 14 id. |
| Sidi Khlil | 27 à 35 mètres. | - 8 id. |
| Ain-Kerma | Inconnu. | — 11 id. |
| Mrir | 40 à 45 mètres. | — 20 id. |
| Chott-Melrhir | » | — 20 à 76 mètres. |
| El-Chegga | » | — 85 mètres. |
| El Chefeur | » | — 68 id. |
| Suada | » | + 35 id. |
| Sidi-Okba | » | + 44 id. |
| Biskra | » | + 111 id. |

Les altitudes précédées du signe + indiquent les hauteurs au-dessus du niveau de la mer. Celles qui sont précédées du signe — indiquent les hauteurs au-dessous du même niveau.

La distance qui sépare Negouça et Blidet-Amer est de 123 kilomètres; c'est une lacune considérable dans laquelle on n'a pas creusé de puits jaillissants; mais, d'après le relief et la constitution géologique du pays, il nous paraît à peu près certain que cette lacune pourrait être jalonnée également par des sources jaillissantes que l'on amènerait facilement au jour au moyen d'un équipage de sonde, ainsi que l'administration de la guerre vient de le faire pour Tamerna.

Nous avons extrait la plupart des altitudes et la profondeur des puits du mémoire de M. l'ingénieur des mines Dubocq, intitulé : *Constitution géologique du Ziban et de l'Oued-R'ir.*

Les altitudes d'Ouargla, El-Bardan et Blidet-Amer, ont été déduites des observations barométriques de M. le capitaine d'état-

major Vuillemot, en admettant 111 mètres pour la hauteur de Biskra.

Le relevé de toutes les altitudes montre qu'Ouargla et Biskra sont à peu près au même niveau, et que le terrain quaternaire baisse de part et d'autre quand on marche vers l'extrémité occidentale du Chott-Melrhir qui correspond à peu près au point le plus bas de la dépression.

Il résulte des nombreuses analyses de M. Dubocq sur les roches et les eaux de tout le Sahara compris du N. au S., entre Biskra et Temacin, que la composition de ce terrain a la plus grande analogie avec celle du terrain quaternaire de la plaine des Zibrez et du Sahara des environs de Laghouat. Le sol du Sahara de la province de Constantine est éminemment formé de gypse farineux diluvien, mélangé d'une proportion variable de sables et de carbonates terreux. Les terres végétales sont aussi très fortement chargées de sulfate de chaux, et souvent ne sont autre chose que du gypse impur. Il suffit pour s'en convaincre de jeter les yeux sur les analyses contenues dans le mémoire de M. Dubocq.

Le sable salifère, occupant le fond du Chott-Melrhir auprès de Koudiat-Gartoufa, renferme :

| | |
|---|---|
| Chlorure de sodium. . . . . | 0,2071 |
| — de potassium. . . . . | 0,0243 |
| Sulfate de chaux . . . . . | 0,2152 |
| — de magnésie. . . . . | 0,0148 |
| Carbonate terreux, sable siliceux, eau. | 0,5116 |
| Total. . . . | 1,0000 |

Cette composition éloigne l'idée que les matières salines contenues dans ce sable proviennent d'une évaporation lente d'une certaine quantité d'eau de mer. Ces matières proviennent de l'évaporation des eaux courantes auxquelles le Chott-Melrhir sert de réceptacle. Il se passe ici le même phénomène que nous avons eu déjà l'occasion de décrire pour les salines naturelles des provinces d'Oran et d'Alger.

D'après le nivellement barométrique de M. Dubocq, le Chott-Melrhir se trouve au-dessous de la mer, à un niveau variable de 20 à 76 mètres.

Les observations barométriques faites par M. Dubocq dans le Sahara ont été comparées à celles que l'on faisait simultanément à Biskra qui se trouve à la cote + 111 mètres. Comme toutes ces observations étaient faites dans un terrain plat qui dès lors pouvait

être soumis dans toutes ses parties aux mêmes influences, on peut admettre que les hauteurs relatives, par rapport à Biskra, sont calculées d'une manière assez approximative ; mais, comme la hauteur de Biskra a été déduite de la hauteur de Constantine, et que ces deux villes sont séparées par un massif montagneux de 225 kilomètres de large, il peut y avoir une erreur assez sensible sur la véritable hauteur de Biskra, ce qui rend problématiques les conclusions auxquelles arrive M. Dubocq pour les hauteurs absolues du Chott-Melrhir, par rapport au niveau de la mer. Un nivellement géodésique nous paraît pouvoir seul résoudre cette question, à cause de la faible différence de niveau qui existe entre le Chott-Melrhir et le niveau de la mer.

Alger, le 13 mars 1858.

## *Notice minéralogique sur le Sahara algérien occidental;* par M. Ville, ingénieur des mines.

Le Sahara algérien occidental comprend toute la partie du Sahara qui est à l'ouest du méridien de Laghouat et de la corniche qui limite le bas-fond d'El-Loua.

On sait, en effet, que cette corniche sépare les eaux qui se déversent dans le bassin d'Ouargla de celles qui se déversent dans El Areg (région des dunes de sables). Une longue chaîne de montagnes de la période secondaire, dirigée du N.-E. au S.-O., se détache du massif de l'Aurès, dans la province de Constantine, comprend le Djebel-Boukaïl et les montagnes des environs de Laghouat, dans la province d'Alger, forme le massif du Djebel-Amour, sur la lisière des provinces d'Alger et d'Oran, coupe en écharpe le sud de cette dernière province, pénètre dans l'intérieur du Maroc et se rattache par son extrémité S.-O. au massif montagneux du Djebel-Hiril-el-Abhari qui est un des points culminants de l'Atlas marocain. Dans la partie qui traverse le sud de la province d'Oran, cette longue chaîne méridionale sépare la région quaternaire des hauts plateaux, ou des chotts, de la région quaternaire des dunes de sables ; elle est entrecoupée de nombreuses rivières dont les unes s'écoulent au Nord dans le bassin formé du chott El-Rharbi et du chott El-Chergui, et dont les autres, qui sont plus importantes, coulant au Sud, vont se perdre dans des dahiats disséminées au milieu des dunes de sables.

*El-Areg.* — De nombreux ksours, entourés de superbes oasis de palmiers, se cachent dans les vallées de cette chaîne de montagnes et le poste militaire de Géryville, situé un peu à l'ouest du mé-

dien d'Orléansville et sur le revers nord de cette chaîne, sert à maintenir dans le devoir la population des ksours.

D'après les renseignements que nous avons recueillis auprès de divers officiers, les grès quartzeux (crétacés) paraissent dominer dans la chaîne des ksours, et c'est ce qui explique la présence des sables quartzeux d'El-Areg, parceque ces sables proviennent de la désagrégation des grès, lors du cataclysme qui a produit le terrain diluvien.

Le bas-fond d'El-Loua ou El-Areg présente la plus grande analogie de forme et de composition avec le bassin d Ouargla. Si l'on fait attention aux nombreuses rivières qui descendent de la ligne des ksours, après avoir contribué à l'irrigation de ces derniers, on se convaincra facilement qu'une ou plusieurs nappes souterraines doivent exister dans le terrain quaternaire d'El-Areg.

Il serait possible, sans doute, d'obtenir des eaux jaillissantes sur les différentes routes des caravanes qui se rendent des différents ksours à l'oasis de Gourara; d'après le relief du terrain quaternaire indiqué par la direction des cours d'eau, il paraîtrait y avoir un courant souterrain central dirigé du N. E. au S.-O. et sur lequel s'embrancheraient divers courants latéraux.

La région quaternaire des chotts ou hauts plateaux de la province d'Oran se lie d'une manière continue au grand bassin quaternaire des Zahrez de la province d'Alger, et au grand chott du Hodna dans la province de Constantine. On peut considérer toute cette région comme une vaste ondulation comprise entre la chaîne de montagnes qui s'étend du Djebel-Hiril-el-Abhari au Djebel-Aurès, et la frontière montagneuse du Tell qui passe entre Sebdou, Daya, Saïda, Erendah, Tiaret, Boghar, Msilah et Batna ; ces deux lignes montagneuses, qui encaissent l'ondulation quaternaire ou région des grands chotts de l'Algérie, sont dirigées généralement du S. O. au N.-E. ; mais elles se réunissent aux deux extrémités de manière à former à l'Ouest le Djebel-Hiril-el-Abhari, et à l'Est le massif de l'Aurès.

Les caractères que nous avons trouvés pour la composition de cette ondulation quaternaire dans le bassin des Zabrez se retrouvent sans doute dans la région des chotts de la province d'Oran.

Le terrain quaternaire est très développé dans la province d'Oran où il recouvre indifféremment les terrains de tous les âges. Au sud de Sebdou, il constitue le sol des hauts plateaux qui, à partir de la chaîne du Mekaïdou, s'abaisse uniformément au S.-E vers les chotts et ne présente à la surface que la carapace calcaire blanche.

Des puits ont été creusés dans la dahiat El-Ferg, à 14 kilomètres sud de Sebdou, entre ce poste et la chaîne du Mekaïdou. Voici la coupe verticale de deux de ces puits situés à 20 mètres de distance l'un de l'autre.

| | PUITS N° 1. | PUITS N° 2. |
|---|---|---|
| 1° Terre végétale argileuse grise, contenant des Hélix ombiliques et de petits galets fort rares de carapace calcaire blanche de la grosseur d'une noisette. . . . . | 1m,00 | 0m,40 |
| 2° Terre mêlée de nombreux petits galets de carapace calcaire blanchâtre et de calcaire gris secondaire, de la grosseur d'une noisette, et de petits cristaux de gypse qui paraissent avoir été roulés. . . . . | 0m,30 | » |
| 3° Marne sableuse jaune rougeâtre, contenant de très gros cristaux isolés de gypse en fer de lance, ou bien des agglomérations de grands cristaux de gypse, plats, de forme cylindrique, dont le diamètre atteint 0m 15. . . . | 0m,20 | 1m,20 |
| 4° Marne argileuse plastique verte, contenant de gros cristaux de gypse, mais moins que la précédente . . . . . | Indéterminée. | Indéterminée. |

L'eau est fournie par l'argile sableuse n° 3.

Le réservoir d'eau est creusé simplement dans l'argile plastique n° 4. Ces puits ont 1 mètre à 1m,30 de diamètre : de telle sorte qu'ils s'effondrent souvent ; les Arabes creusent alors de nouveaux puits à côté des anciens.

L'eau recueillie le 19 décembre 1850 dans un de ces puits renferme par kilogramme :

| | |
|---|---|
| Sulfates . . . . . | 1gr,8575 |
| Chlorures. . . . . | 0gr,4401 |

Cette eau est très mauvaise au goût ; elle donne à la soupe et au café un goût amer détestable, ce qui n'est pas étonnant en raison de la grande quantité de sels magnésiens qu'elle renferme. Elle est, du reste, analogue par ses qualités aux eaux littorales du Sahara des provinces d'Alger et de Constantine.

L'argile verte n° 4 renferme 0m,0287 de sulfate de chaux.

La dahiat El-Ferg est entourée par une terrasse de calcaire blanchâtre, diluvien, de 3 à 4 mètres de hauteur. Un talus à 15° relie la corniche de cette terrasse au bas-fond de la dahiat.

A deux kilomètres sud de la dahiat El-Ferg, se trouvent les puits de la plaine de Radjem-Atia qui fournissent de l'eau à la profondeur de 5 mètres. Trois seulement contenaient de l'eau le 25 avril 1851. Cette eau est à peu près de même nature que celle des puits de la dahiat El-Ferg.

A la surface des puits, il y a 0m,30 de terre végétale d'un brun jaunâtre presque sans galets. Au-dessous viennent 4 mètres de

terre calcaire d'un brun jaunâtre, veiné de nombreux filets de gypse blanc d'un millimètre d'épaisseur et contenant de petis cristaux de gypse laméolés de 1 centimètre de long et 2 ou 3 millimètres de large. Cette roche brunâtre renferme quelques petits galets de calcaire secondaire gris et de calcaire d'eau douce. Elle a tous les caractères d'un dépôt lacustre ; elle repose sur de l'argile verdâtre dans laquelle s'arrêtent les puits. Ceux-ci ont la forme d'une ampoule de deux mètres de diamètre au fond. Au jour ils n'ont qu'un mètre de diamètre. Ils ont 2 à 3 mètres de profondeur et s'éboulent très souvent.

La source et les puits d'El-Aricha sont situés au pied du revers nord de la crête du Mekaïdou, à 44 kilomètres sud de Sebdou. Cette crête est uniquement composée de cailloux roulés de grès et de calcaires dont quelques-uns atteignent un diamètre de 0m,50. Il peut se faire que cette chaîne soit un témoin de terrain tertiaire moyen, qui occupe une vaste étendue du côté de Tlemcen : ce serait du reste analogue à ce qu'on voit auprès de Boghar et du rocher de sel, dans la région des hauts plateaux de la province d'Alger. Une redoute avait été élevée en 1849 sur la rive gauche de l'Oued-el-Aricha, à peu de distance de la tête des eaux. Il y a auprès de la redoute, dans le lit même de la rivière, un grand nombre de puits qui fournissent de l'eau à la profondeur de 2 à 3 mètres. Cette eau a un goût peu agréable ; cependant elle est meilleure que celle de la dahiat El-Ferg ; et cette circonstance est en rapport avec la nature minéralogique et géologique du Djebel-Mekaïdou.

La plus grande partie des eaux de pluie qui tombent sur la chaîne des montagnes secondaires comprise entre Sebdou et Frendah, s'écoulent vers le Nord dans la Méditerranée. La ligne de faîte de ces hautes vallées est formée le plus souvent par une corniche à peine sensible de carapace diluvienne plongeant vers le bassin des chotts. Aussi, bien que ces montagnes de terrains secondaires soient très élevées et reçoivent de grandes quantités de pluies, elles contribuent bien peu à l'alimentation des nappes souterraines qui peuvent exister sous le bassin des chotts. Un phénomène inverse se produit dans la chaîne de montagnes partant du Djebel-Amour, et limitant au Sud le bassin des chotts. Presque toutes les eaux tombant sur cette chaîne de montagnes se dirigent vers le Sud ; de sorte qu'en définitive le terrain quaternaire des chotts ne reçoit en quelque sorte que l'eau qui tombe à sa surface ; aussi, peut-on dire à priori, que la recherche des eaux jaillissantes offre

peu de chances de succès dans le terrain quaternaire des chotts de la province d'Oran. Cependant nous ne voulons pas dire que le succès soit impossible. Une étude de détail indiquerait les points qui offrent quelques chances de succès. On peut dire seulement à priori, que les sources qu'on obtiendra peut-être, n'auront pas le volume considérable des sources jaillissantes du Sahara oriental.

D'après les renseignemeuts que nous avons recueillis pendant notre séjour dans la province d'Oran, les bords des chotts sont couverts de gros cristaux de gypse qui sont épars à la surface du sol. Le sol des chotts est desséché en été et se recouvre d'efflorescences salines qui ont une épaisseur de $0^m,001$ à $0^m,002$ seulement. En hiver il n'y a qu'une très faible lame d'eau.

Si l'on récapitule tous les détails qui ont été donnés sur le terrain diluvien du Sahara algérien, on verra que le sable quartzeux et le plâtre sont les éléments qui dominent dans sa composition. Or, le terrain diluvien a été formé principalement aux dépens du terrain crétacé inférieur qui forme les principales chaînes de montagnes du Tell algérien et constitue le rivage nord de l'Océan Saharien.

On a vu que les grès quartzeux, les dolomies et les bancs de plâtre sont très développés dans la formation crétacée comprise entre Djelfa et Laghouat, dans la province d'Alger.

Il nous paraît probable qu'une étude approfondie des terrains amènerait aux mêmes conclusions pour les terrains secondaires qui limitent le Sahara, dans les provinces d'Oran et de Constantine ; et, comme on trouve dans le terrain quaternaire du Sahara des galets roulés de grès, de dolomies, on peut admettre que les sables quartzeux ont la même origine et proviennent de la trituration des débris arrachés aux couches régulières de grès de terrain secondaire. Quant au plâtre diluvien, il faudrait également rechercher son origine dans les débris des immenses couches de gypse du terrain secondaire. Seulement les débris de ce gypse secondaire auraient été dissous par les eaux diluviennes, et précipités ensuite chimiquement au milieu des sables que ces mêmes eaux tenaient en suspension.

Si les sables aurifères du Sénégal ont la même origine que les sables quartzeux du Sahara algérien, il y a lieu de supposer que le gîte en place des paillettes d'or serait dans les couches de grès du terrain secondaire C'est une hypothèse qui mérite de devenir l'objet de quelques recherches chimiques

Alger, le 13 mars 1858.

## *Notice géologique sur l'oasis de Laghouat;* par M. Ville, ingénieur des mines.

### *Laghouat.*

Laghouat est situé à 320 kilomètres sud d'Alger, au milieu d'une magnifique oasis de palmiers, dont l'aspect est bien fait pour réjouir le touriste qui a osé affronter la longueur et la monotonie du voyage à partir de Boghar.

D'après MM Renou et Mac-Carthy, le point culminant de Laghouat est située à 746 mètres au-dessus du niveau de la mer. On voit que ce ksar est bien plus élevé que Touggourt, qui, d'après M. Dubocq, est à 54 mètres.

C'est le poste le plus avancé de la province d'Alger dans l'intérieur des terres. Il est situé sur la petite crête de terre dolomitique du Djebel-Tisgrarine, de part et d'autre d'une échancrure de cette crête. La ville arabe est entourée d'une enceinte en mottes de terre, dans laquelle il a fallu pratiquer une brèche pour se rendre maître de la position. Les maisons indigènes sont bâties en mottes de terre argilo-sableuse; pour les construire, on fait des espèces de prismes rectangulaires à base carrée, de 30 centimètres de haut sur 15 centimètres d'équarrissage. On dispose un premier lit de prismes, bout à bout, suivant leur longueur; on place 2, 3 ou 4 rangées de prismes, selon l'épaisseur qu'on veut donner à la muraille; par-dessus on étend un lit de terre argileuse gâchée avec de l'eau, sur $0^m,01$ ou $0^m,02$ d'épaisseur; au-dessus de ce lit, on place une deuxième assise de mottes, dont les axes sont perpendiculaires à ceux de la première assise, et l'on continue ainsi toute la muraille par doubles assises de mottes dont les axes sont respectivement perpendiculaires; l'on recouvre ensuite les deux parois du mur avec un enduit formé de terre comme tout le reste Quelquefois on met un peu de paille hachée dans les mottes, pour leur donner plus de solidité. Les mottes fraîches sont séchées au soleil pendant 3 à 4 heures, et employées immédiatement après. Souvent la base de la muraille est construite avec du moellon, pour la préserver contre l'humidité et le ravinement des eaux coulant dans les rues. Les maisons n'ont généralement qu'un rez-de-chaussée et sont recouvertes en terrasses. On emploie comme poutrelles des troncs de palmiers divisés en plusieurs segments parallèlement à la longueur des arbres. Ces constructions en terre sont susceptibles d'une assez grande durée; mais, dans les maisons indigènes occupées par les Européens à la suite de la conquête, on

a percé de larges ouvertures, et l'on monte souvent sur les terrasses. Cela a diminué la solidité des maçonneries; aussi, quand l'hiver est pluvieux, souvent les terrasses et des pans de murs s'écroulent subitement. C'est ce qui est arrivé en novembre 1855, pendant notre séjour à Laghouat. La rareté du combustible autour de Laghouat rend la fabrication de la chaux très-chère, et c'est ce qui a engagé les indigènes à employer dans leurs constructions le système décrit ci-dessus. Le génie militaire s'est vu dans l'obligation de ne pas repousser ce système d'une manière complète : il l'a adopté avec quelques légères modifications dans les constructions militaires de l'intérieur de la ville. Pour donner plus de solidité aux mottes de terre, on y intercale quelques assises en maçonnerie de pierres et chaux, et l'on recouvre ensuite tous les murs d'un enduit fait avec un mortier de chaux, de plâtre et de sable. Ainsi, la place Randon, qui est au centre de la ville, présente le logement du commandant supérieur, le pavillon du génie et le cercle militaire, avec des arcades sur piliers aussi élevés que ceux de la place du Gouvernement à Alger. Ces constructions ont un cachet de couleur locale qui plaît à l'œil et se relie à merveille aux beaux jardins de palmiers qui les entourent. La rue Pelissier est toute française; les maisons, bien alignées et blanches en dehors, sont habitées par les divers industriels de la ville. Une deuxième rue française, qui aboutit à la place Randon, était en construction lors de notre passage. On y remarque des maisons à arcades comme dans les rues Bab-el-Oued et Bab-Azoun d'Alger; c'est par elle qu'on pénétrera dans le centre de la ville, en arrivant d'Alger à Laghouat.

Le vieux Laghouat renferme des établissements d'utilité publique qui méritent qu'on les signale. Ce sont des lieux d'aisance publics, établis par divers propriétaires dans un coin de leur maison et donnant sur la rue. Un trou de 2 à 3 mètres de profondeur sur autant de largeur est creusé dans le sol argileux et reçoit les excréments des passants. De temps en temps, le propriétaire de la maison ajoute dessus une couche de terre; quand la fosse est pleine on extrait le tout, on le fait sécher au soleil, et la poudrette ainsi obtenue est employée comme engrais C'est le seul engrais un peu abondant qui soit à la disposition des Laghouati, puisqu'ils n'ont pas de troupeaux chez eux, et que leurs bêtes de somme sont peu nombreuses.

On voit par là que les habitants de Laghouat ont été amenés par les nécessités de leurs cultures à tirer parti des excréments hu-

mains, ainsi qu'on le fait dans les cultures perfectionnées du nord de l'Europe.

Afin de maîtriser la ville, le génie militaire a fait construire deux fortins sur les dentelures du Djebel-Tisgrarine, entre lesquelles s'étale Laghouat. Ce sont les forts Morand, au N.-E., et Bouscarin, au S.-O. Ils portent le nom de deux braves officiers qui ont succombé glorieusement sur la brèche, lorsque le général Pelissier s'est emparé de Laghouat. Le fort Bouscarin doit renfermer une caserne et un magasin de vivres. En novembre 1855, on dérasait la crête du rocher pour y faire l'assiette de ces constructions ; de la sorte, on avait sur place les moellons et la pierre de taille nécessaires. Les fortifications françaises se font d'une manière durable avec de la maçonnerie de chaux et de sable. Les fours à chaux sont établis au pied du revers nord du Djebel-Tisgrarine, à côté de l'enceinte de la ville. On y fait cuire du calcaire plus ou moins dolomitique, qui doit donner en général de la chaux maigre.

### *Djebel-Tisgrarine.*

Le Djebel-Tisgrarine renferme quelques bancs de calcaire compacte jaunâtre qui donnerait de la chaux grasse par la cuisson.

Cette montagne, dont la largeur est de 200 mètres environ, présente la forme d'un prisme à base triangulaire, de 4 kilomètres environ de longueur, couché sur une de ses faces latérales et dont la ligne de faîte constitue une sorte de lame de couteau plus ou moins ébréchée, s'élevant à 50 mètres environ au-dessus du sol diluvien environnant. Elle est située sur la rive droite de l'Oued-Mzi qui descend du Djebel-Amour, et prend, à partir de Laghouat, le nom d'Oued-Djeddi qu'il conserve jusqu'au Sebka-et-Melrhirh dans lequel il va se jeter, au N.-E. des oasis de l'Oued-R'ir. Elle est dirigée du N. 75° E$^{m}$, au S. 75° O$^{m}$, comme les couches dolomitiques qui la composent ; celles-ci se poursuivent au-delà de Laghouat, sur la rive gauche de l'Oued-Djeddi, et forment la petite chaîne du Djebel-Schreïga dont la constitution est presque en tout semblable à celle du Djebel-Tisgrarine. Il n'y a de différence qu'en ce que la crête du Djebel-Schreïga est à peu près dirigée E.-O et que les couches dolomitiques y plongent au S. les axes ; ces deux petites chaînes se rencontrent sous un angle moyen de 135° ouvert vers le Sud.

Nous donnons ci-dessous la composition de divers échantillons recueillis sur le Djebel-Tisgrarine.

| NOMS DES SUBSTANCES. | Dolomie grise. (1) | | Dolomie blanc jaunâtre. (2) | | Dolomie blanc jaunâtre. (3) | | Roche dolomitique blanche. (4) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chlorures | traces. | | » | | » | | traces. | |
| Sulfates | — | | » | | » | | » | |
| Carbonate de chaux | 0.5560 | | 0.5330 | | 0.5460 | | 0.7650 | |
| id. de magnésie | 0.4084 | | 0.3975 | | 0.3957 | | 0 2408 | |
| id. de fer | 0,0050 | | 0,0217 | | 0.0240 | | 0.0050 | |
| Argile plastique | 0,0080 | | 0,0536 | | 0.2530 | | 0 0010 | |
| Silice gélatineuse | » | | 0,0816 | | 0,0033 | | 0,0050 | |
| Eau combinée<br>Eau hygrométrique | 0,0147 | | 0,0071 | | 0,0053 | | traces.<br>0,0020 | |
| Total | 0,9901 | | 0.9945 | | 1,2273 | | 1 0128 | |
| Densité | 2.699 | | » | | » | | 2.730 | |
| Oxygène contenu dans la chaux | 0,0890 | 23 | 0.0853 | 11 | 8,0874 | 11 | 0,1220 | 2,68 |
| Oxygène contenu dans la magnésie | 0,0767 | 20 | 0,0746 | 10 | 0,0762 | 10 | 1,0450 | 1 |
| Oxygène contenu dans le protoxyde de fer | 0,0048 | | 0,0030 | | 0,0033 | | 0,0033 | |
| *Auteurs* | Ville. | | De Marigny. | | De Marigny. | | Ville. | |

Les échantillons nos 1, 2 et 3 peuvent être considérés comme un mélange de dolomie ordinaire $CO^2C^aO+CO^2MgO$ avec une petite quantité de carbonate de chaux qui est 1/10 environ du carbonate de chaux totale contenu dans la substance.

Le n° 4 diffère des précédents en ce qu'il renferme une proportion de carbonate de chaux plus forte et qui s'élève à 63 pour 100 du carbonate de chaux total contenu dans la substance.

Toutes ces roches ont une texture intérieure saccharoïde; elles sont couvertes à l'extérieur d'un enduit jaunâtre provenant de la décomposition du carbonate de fer.

Les échantillons nos 1, 2 et 3 ont à peu près la même composition que la dolomie du Djebel-Sénelba et conduisent à la même formule.

*Oxyde noir de manganèse sur le Djebel-Tisgrarine.*

La pointe N.-E. du Djebel-Tisgrarine présente sur les deux flancs et le long de la rivière un gîte minéral assez curieux. Ce gîte se compose d'une matière colorée en noir par de l'oxyde de manganèse associé à du gypse, et alternant en zones parallèles avec une matière jaune tantôt sableuse, tantôt compacte. Dans ce dernier cas, cette matière jaune est cristalline et à surface extérieure lestacée. Sa cassure en travers présente des aiguilles cristallines très fines, où l'on distingue diverses zones parallèles à la surface extérieure. Cette

manière d'être indique que cette matière jaune, de même que l'oxyde de manganèse, est le dépôt d'une ancienne source minérale aujourd'hui éteinte. Les vides qui lui donnaient jadis passage ont dû être considérables, car on observe plusieurs dépôts irréguliers d'un mètre d'épaisseur sur 8 à 10 mètres de longueur. Ces dépôts tantôt coupent obliquement la stratification des couches calcaires et dolomitiques, et tantôt s'insinuent entre les joints de stratification.

Voici la composition de la partie gypseuse et manganésifère :

| | |
|---|---|
| Chlorures | traces. |
| Sulfate de chaux | 0,4246 |
| — de magnésie | 0,0032 |
| Carbonate de chaux | 0,2540 |
| — de magnésie | 0,0197 |
| — de manganèse | traces. |
| Oxyde de cuivre | traces. |
| Peroxyde de manganèse | 0,0800 |
| Peroxyde de fer<br>Alumine | 0,0270 |
| Argile | 0,0460 |
| Sable quartzeux | 0,0090 |
| Silice gélatineuse soluble dans l'eau | 0,0065 |
| Eau | 0,1108 |
| Total | 0,9808 |

*Auteur :* Ville.

*Marbre cervelas du Djebel Tisgrarine.*

Auprès du dépôt manganésifère, on remarque du calcaire à tissu subcristallin, café au lait, veiné de parties rouges se fondant bien dans la masse. Il est susceptible de poli et donnerait du marbre cervelas qui pourrait être utilisé dans la décoration des constructions publiques de Laghouat ; on en trouve de semblable sur le Djebel-Dakla.

*Oasis de Laghouat.*

L'oasis de Laghouat se divise en deux parties : l'oasis nord, qui s'étend au pied du revers nord du Djebel-Tisgrarine, et l'oasis sud qui s'étale au pied du revers sud-est de cette montagne. L'oasis nord est la plus importante.

Un premier barrage en pierres sèches et terre, entraîné toutes les fois qu'il y a une grande crue d'eau dans l'Oued-Mzi, dérive les eaux de cette rivière et les amène, par une conduite particulière,

dans l'oasis sud à travers l'échancrure sur laquelle est bâti Laghouat. Un deuxième barrage, situé à petite distance en aval du précédent, dérive les eaux qui ont échappé au premier et les amène, par une deuxième conduite, dans l'oasis nord. Les deux conduites sont presque parallèles et contiguës dans une partie de leur parcours. Le génie militaire a exécuté en amont des deux conduites précédentes une troisième conduite qui se reliera à un troisième barrage destiné à augmenter encore les eaux amenées dans les oasis. En outre de ces eaux dérivées de l'Oued-Mzi, il y a, dans les deux parties de la ville et de l'oasis, des puits creusés dans le diluvium. Les puits creusés dans l'oasis nord donnent de l'eau en abondance à la profondeur de 8 à 10 mètres. Dans l'oasis sud, il n'y a qu'un seul puits de 15 mètres de profondeur, situé auprès de la rivière. D'après l'opinion générale, les eaux de puits sont moins bonnes que celles de la rivière pour les divers usages domestiques. C'est, du reste, ce que nous avions pensé en examinant les mottes de terre qui servent à confectionner les murailles de l'enceinte de l'oasis. On peut constater à la partie orientale de cette enceinte que les mottes qui sont à la base de la muraille sont fabriquées avec une terre argileuse, verdâtre, criblée de petites veines blanches de sulfate de chaux. En pénétrant dans le sol, on reconnaît que le gypse abonde dans le terrain diluvien qui constitue l'oasis de Laghouat.

Voici la composition de deux échantillons de gypse et de calcaire diluviens recueillis dans les environs de la ville :

| NOMS DES SUBSTANCES. | Calcaire diluvien recueilli à 8 kilom. sud de Laghouat. (1) | Calcaire diluvien rougeâtre de l'oasis N. de Laghouat. (2) | Gypse diluvien de l'oasis nord de Laghouat. (3) | Gypse diluvien recueilli auprès du marabout situé à 1000 mètres S. de Laghouat. (4) |
|---|---|---|---|---|
| Chlorures | Traces. | 0,00008 | 0,0029 | » |
| Sulfate de chaux | 0.00046 | 0,00076 | 0,4571 | 0,2448 |
| — de magnésie | » | » | 0,0043 | 0,0045 |
| Carbonate de chaux | 0,88770 | 0,84410 | 0,3770 | 0,1900 |
| — de magnésie | 0 03640 | 0,01810 | 0,0076 | 0,0138 |
| — de fer | Traces. | » | » | » |
| Peroxyde de fer | 0,02100 | 0,01500 | 0,0580 | 0,0050 |
| Argile | | 0,05600 | | 0,0430 |
| Silice gélatineuse soluble dans l'eau | | » | 0,0020 | » |
| Sable quartzeux | 0,05300 | 0,04000 | 0,0200 | 0,4300 |
| Eau | 0,02000 | 0,01800 | 0,1142 | 0,0715 |
| Total | 0,99856 | 0,99004 | 1,0031 | 1,00055 |
| *Auteurs* | Ville. | De Marigny. | Ville. | De Marigny. |

Les calcaires nos 1 et 2 ont été recueillis à la surface du sol; ils constituent la carapace calcaire diluvienne formée de zones parallèles, colorées de diverses teintes d'un brun rougeâtre; ils contiennent très peu de chlorures et de sulfates, parce qu'étant tout à fait à l'extérieur ils ont été lavés pendant longtemps par les eaux de pluie. Ils contiennent des proportions variables d'oxyde de fer, d'argile et de sable quartzeux.

Par la cuisson, le n° 1 donnerait de la chaux grasse et le n° 2 de la chaux qui serait probablement un peu maigre. Il serait possible de trouver dans l'oasis nord de Laghouat du calcaire un peu hydraulique, en choisissant les roches qui paraissent le plus argileuses.

Le gypse diluvien n° 3 de l'oasis nord de Laghouat est associé au calcaire n° 2. Il a été recueilli sur les parois du fossé de la nouvelle conduite d'eau. Il est plus riche en sulfate de chaux que le gypse farineux recueilli à 1000 mètres S. de Laghouat. Ce dernier renferme 0.42 de sable quartzeux.

Nous avons réuni dans le tableau ci-dessous les analyses des eaux recueillies dans les puits de Laghouat et dans l'Oued-Mzi, en novembre 1855.

*Sels divers par kilogramme d'eau.*

| NOMS DES SUBSTANCES. | Eau du puits situé sur la place Ben-Salem, à Laghouat, recueillie, le 28 novembre 1855, à la profondeur de 8 mètres. (1) | Eau du puits du jardin de Sidi-ben-Nacer, recueillie, le 28 novembre 1855, à 8 mètres de profondeur, dans l'oasis N. de Laghouat. (2) | Eau du puits du jardin de Sidi-Mohammed-ben-Alla, recueillie, le 28 novembre 1855, à 8 mètres de profondeur, au centre de l'oasis N. de Laghouat. (3) | Eau du puits du jardin de Si-Abd-el-Kader-ben Alla, recueillie, le 28 novembre 1855, à 15 mètres de profondeur, dans l'oasis S. de Laghouat. (4) | Eau de l'Oued-Mzi, recueillie, le 28 novembre 1855, à Laghouat, dans le canal de dérivation. (5) | Eau de l'Oued-Mzi, recueillie, le 28 novembre 1855, au gué de Laghouat, dans la rivière. (6) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chlorure de sodium. . . | 0,4172 | 0,5049 | 0,3748 | 0,1596 | 0,1860 | 0,1722 |
| — de magnésie. . | « | 0,0024 | » | 0,0200 | 0,0056 | 0,0152 |
| Chlorures. . . . | 0,4172 | 0,5043 | 0,3 | 0,1796 | 0,1896 | 0,1874 |
| Sulfate de soude . . . . | 0 0224 | » | » | » | » | » |
| — de magnésie. . . | 0,5912 | 0,6174 | 0,4508 | » | 0,1852 | 0,1467 |
| — de chaux . . . . | 0,9042 | 1,0405 | 0,9140 | 0,5220 | 0,2776 | 0,3074 |
| Sulfates. . . . | 1,4180 | 2 6579 | 1,3448 | 0,5220 | 0,4628 | 0,4541 |
| Carbonate de magnésie | 0,0696 | 0.0 76 | 0,0876 | 0,0060 | 0,1080 | 0,0840 |
| — de chaux. . . | 0,2180 | 0.2700 | 0,2560 | 0,1140 | | 0,0122 |
| Carbonates. . . | 0,3176 | 0,3276 | 0,3436 | 0,1500 | 0,1080 | 0,0962 |
| Peroxyde de fer. . . . . | 0,0080 | 0,0100 | 0,0040 | 0,0040 | 0,0040 | 0,0050 |
| Phosphates . . . . . | | | » | | Traces. | » |
| Silice gelatineuse libre. | 0,0040 | 0,0160 | 0,0080 | 0,0080 | 0,0040 | Traces. |
| Silicate de magnésie. . | » | » | 0,0600 | 0,0710 | » | » |
| Matière organique. . . . | indéterm | indéterm. | indéterm | indéterm. | indéterm. | indéterm. |
| Total des sels. . | 2,1618 | 2,5158 | 2,1360 | 0,9346 | 0,7664 | 0,7449 |
| Densité. . . . | 1,0020 | 1,0019 | » | 1,00087 | » | » |
| *Auteurs.* . | De Barigny | Vatonne. | De Barigny. | Ville. | Ville. | Ville. |

Les eaux nos 1, 2 et 3 ont été recueillies à la profondeur de 8 mètres dans les puits de l'oasis nord. Elles renferment par kilogramme 2g,1360 à 2g,5158 de sels divers, parmi lesquels dominent les sulfates de chaux et de magnésie et notamment le sulfate de chaux. La composition de ces eaux est donc en rapport avec la nature des terrains gypseux qu'elles traversent. Ces eaux ne sont pas très convenables pour les divers usages domestiques, et sont moins bonnes pour cela que les eaux de l'Oued-Mzi, qui renferment une quantité totale de sels variant de 0g,7449 à 0g,7664 par kilogramme d'eau. L'analyse chimique a donc confirmé les conclusions aux-

quelles la pratique avait conduit les habitants de Laghouat. Ils ne se servent en effet de l'eau des puits que lorsque le canal de dérivation de l'Oued-Mzi est à sec.

L'eau n° 4 du puits creusé dans l'oasis sud de Laghouat renferme 0g,9346 de sels par kilogrammes; elle est plus pure que les eaux des puits creusés dans l'oasis nord, parce que le puits de l'oasis sud est placé sur le bord de la rivière et alimenté sans doute en partie par les infiltrations de cette dernière.

L'eau de l'Oued-Mzi prise dans le canal de dérivation sur la place Randon, diffère à peine de celle recueillie au gué de la rivière; elle contient de plus un peu de silice gélatineuse et des traces de phosphates. L'eau de l'Oued-Mzi a une grande analogie de composition avec celle de l'Oued-Djelfa et de la fontaine Versini à Djelfa, et cela s'explique, parce que leur origine est semblable. L'Oued-Mzi descend en effet du massif secondaire du Djebel-Amour, et c'est sans doute pour ce motif que ses eaux sont plus pures que les eaux diluviennes de Laghouat.

*Oasis nord de Laghouat.*

L'oasis nord de Laghouat s'étend dans la petite plaine quaternaire comprise entre le Djebel-Ras-el-Oioun et le Djebel Tisgrarine. Elle est entourée de tous côtés par des sables apportés par les vents. Le mur de ceinture de l'oasis sert de barrière aux sables qui s'amoncèlent à son pied; lorsque ceux-ci ont atteint la crête du mur, ils sont chassés par le vent de l'autre côté, et retombent dans les jardins, qu'ils envahissent bientôt d'une manière complète, dès que l'on cesse de cultiver et d'entretenir ces jardins. Cela démontre que les indigènes de Laghouat ont constamment à lutter contre les sables. La terre végétale de l'oasis est argilo-sableuse, noirâtre, d'une épaisseur variable. Au-dessous, le sable caillouteux domine; les galets y sont parfois de la grosseur du poing. Ce sont des débris du terrain crétacé, grès, calcaires, dolomies et silex de diverses couleurs. Ils renferment des lentilles plus ou moins étendues d'argiles marneuses, vertes ou brunes traversées par des filets de gypse blanc farineux; ce gypse se trouve à toutes les hauteurs; ainsi dans deux puits qui ont été creusés récemment au dehors de l'enceinte cultivée, les marnes tirées de la profondeur de 10 mètres sont criblées de cristaux de gypse en fer de lance de 0m,005 à 0m,010 de long. Dans un troisième puits situé auprès de l'enceinte actuelle, et comblé aux trois quarts par les sables, on voit, sur 1m,50 de hauteur à partir de la surface, des sables quartzeux

plus ou moins mélangés d'argile. Il en résulte des zones parallèles et horizontales, différenciées par la diversité de leur consistance.

Les parties plus essentiellement argileuses sont traversées par de petits filets de gypse blanc farineux. En pénétrant dans l'intérieur de l'oasis nord, on reconnaît que la carapace calcaire diluvienne est très développée le long de la nouvelle conduite. Au-dessous de $0^m,50$ de terre végétale, cette carapace forme des plaques superposées de $0^m,50$ à $0^m,20$ d'épaisseur chacune et dont l'ensemble mis à découvert atteint $1^m,50$. Certaines parties sont très friables, mais les croûtes extérieures teintes en brun jaunâtre sont toujours très dures. Leur composition a été indiquée analyse n° 2. On trouve au milieu de ce calcaire, des nids de gypse blanc farineux, et de petits cristaux en fer de lance groupés sous forme de lentilles parallèles à la stratification. La composition de ces cristaux à été donnée analyse n° 3.

Autrefois, l'oasis nord était cultivée sur une étendue plus considérable qu'aujourd'hui. Plusieurs barrages construits en amont de Laghouat ont diminué la quantité d'eau courante arrivant jusqu'à cette ville, et c'est ce qui a forcé les Arabes à restreindre les cultures. M. Marguerite, commandant supérieur du cercle de Laghouat se propose de donner une nouvelle impulsion aux cultures, au moyen de puits ordinaires dans lesquels on établira des norias. Les puits les plus rapprochés de l'oasis actuelle donnent de l'eau à la profondeur de 8 à 10 mètres, et cette profondeur augmente à mesure qu'on s'éloigne vers le S.-O. l'eau est fournie par une couche de sables graveleux recouverts par des marnes vertes; il sera possible au moyen de ces puits de cultiver une étendue de terrain de 4 kilomètres de long sur 5 à 600 mètres de large. Mais dans toute cette étendue le sol n'est pas exclusivement argilo-sableux; il ne présente cette nature que sur 500 mètres de long au S.-O. de l'oasis; au delà il devient plus caillouteux.

La petite plaine diluvienne dont il s'agit, présente au pied de Ras el-Oïoun, le poudingue de petits galets crétacés, noyés dans la carapace calcaire blanc jaunâtre. Parfois, les galets disparaissent, et il ne reste que la carapace calcaire. En certains points, le sol est couvert de ces petits galets quartzeux un peu transparents qui ont été signalés sur la route de Sidi-Makbelouf à Laghouat. Les silex blancs sont toujours les plus abondants ; cependant les rouges et les jaunes de miel n'y sont pas rares, et il serait facile d'en récolter beaucoup, si l'industrie pouvait en tirer un parti utile. L'on observe aussi parfois à fleur du sol des lignes d'affleurement

des couches de grès qui servent de gangue à ces galets. Ces grès qui sont inférieurs aux dolomies du Djebel-Tisgrarine, sont tantôt rougis par l'oxyde de fer, tantôt noircis par de l'oxyde de manganèse. On marche ici sur les tranches et non plus sur les plans des couches, comme du côté de Sidi-Makrelouf, ce qui indique que les couches secondaires de Laghouat sont beaucoup plus accidentées. Ce fait prouve encore que le terrain diluvien de l'oasis nord de Laghouat n'a qu'une épaisseur médiocre, puisqu'au même niveau on remarque les affleurements des couches qui ont contribué à le produire.

### *Oasis sud de Laghouat.*

Le terrain diluvien s'étend fort loin au pied du revers S.-E. du Djebel-Tisgrarine, et constitue le Sahara proprement dit. On trouve d'abord au pied de la montagne, des débris de dolomie à angles vifs, tombés de la crête ; mais à 100 ou 200 mètres de distance vers le S.-E. commence la carapace diluvienne formée de galets crétacés, empâtés dans une gangue de calcaire.

Auprès de Laghouat, sur la rive droite de la rivière, le sol est argilo-sableux, comme dans l'oasis nord, et cultivé au moyen d'une dérivation de l'Oued-Mzi passant à Laghouat et traversant l'une et l'autre échancrure du Djebel-Tisgrarine, sur laquelle est bâtie la ville.

Si on fait le tour de l'oasis, on remarque qu'il n'y a pas de sable accumulé au pied extérieur de la muraille d'enceinte, dans les régions ouest et sud de l'oasis. Les sables sont accumulés contre cette muraille sur le côté E. seulement. Pour les jardins délaissés, ils s'élèvent jusqu'à la crête de la muraille et sont rejetés principalement de la région de l'est.

Un amas considérable de sable se trouve sur le contre-fort S.-E. du Djebel-Tisgrarine, au pied du fort Bouscarin. Cet amas qui sert de carrière de sable pour les constructions de Laghouat, a dû se former avant la construction de la ville et la mise en culture de l'oasis sud ; car il est garanti contre les vents d'est par toute la largeur de l'oasis sud.

Le terrain cultivable argilo-sableux est moins étendu dans l'oasis sud que dans l'oasis nord.

A 500 mètres S.-E. de Laghouat se trouve un cimetière dont le sol blanchâtre est éminement gypseux. La composition de ce terrain a été indiquée analyse n° 4. Elle donne une idée de la nature gypseuse du sol végétal, en plusieurs points du Sahara. Nous

avons signalé des terrains de même nature dans les divers bassins diluviens existant entre Boghar et Laghouat.

*Oasis du Ksar-Assafia.*

L'oasis du Ksar-Assafia est située à 12 kilomètres E. de Laghouat, sur le bord d'un ravin qui va se jeter dans la rive gauche de l'Oued-Djeddi, en coulant du sud au nord. Le Ksar est presque ruiné, il ne renferme que 40 feux. Au pied du village, l'Oued-Assafia roule 4 litres environ par seconde d'une eau limpide et d'un goût agréable, servant à l'arrosage des jardins potagers où il n'y a que très peu de palmiers. Auprès du Ksar, le terrain se compose de couches de sables diluviens quartzeux, blanc-jaunâtre de 3 à 4 mètres d'épaisseur. En remontant le cours de ce ravin, on observe dans son lit des couches de grès rouge dirigées N. 90° E. m. et plongeant au S. m. de 8 à 10°. Ces couches renferment intercalées des marnes vertes et violettes. Elles appartiennent sans doute à la formation crétacée qui compose d'une manière si générale les chaînes situées entre Boghar et Laghouat. Les couches de sables diluviens qui les recouvrent plongent également au Sud, mais sous un angle différent et qui est de 2 à 3° seulement. Ainsi il y a discordance de stratification bien marquée entre les deux terrains. En remontant toujours le cours de l'Oued-Assafia, on reconnaît que les couches sableuses supérieures passent sur la rive gauche à l'état de calcaire blanchâtre un peu terreux et sableux à la fois. Sur la rive droite, au contraire, le gypse farineux diluvien a produit un dépôt superficiel qu'on peut suivre sur une longueur de 4 à 500 mètres.

Entre les oasis de Laghouat et d'Assafia, le Djebel Schreiga et le Djebel-Zbécha encaissent une sorte de vallée qui s'épanouit en éventail de l'ouest à l'est, et qui se termine dans une dayat sans eau. Cette vallée renferme une nape d'eau souterraine due aux infiltrations, et qui se trouve à une faible distance du sol. L'eau est à 8 mètres de profondeur dans la dayat, en amont, près de l'extrémité orientale du Djebel-Schreiga. Elle n'est qu'à 2 mètres dans le centre de la vallée. Le sol de cette dernière étant argilo-sableux, M. le commandant Marguerite se propose d'y développer les cultures au moyen de norias qu'on installera sur des puits.

Un projet semblable est mis à exécution dans la plaine diluvienne qui longe l'Oued-Messaad à l'ouest de l'oasis de Laghouat.

*Cultures de la plaine diluvienne de l'Oued-Messaad.*

L'Oued-Messaad est une rivière qui descend du Guern-Mlaa-Ouata, en coulant du N.-O. au S.-E., arrivée dans la plaine saharienne, elle se détourne vers le N.-E. ; et coule entre le Djebel-Moudoua et le Djebel-Ras-el Oïoun ; elle pénètre ensuite par une échancrure du Ras-el-Oïoun dans une dayat qui se trouve auprès de l'oasis sud de Laghouat. Son parcours total est d'environ 60,000 mètres ; en temps ordinaire elle ne roule pas d'eau, même en hiver ; mais à la suite de pluies exceptionnelles, on ne pouvait la traverser le 12 novembre 1855, que dans certains gués où il y avait une nappe d'eau de 0m,50 de hauteur et de 50, à 60 mètres de large, animée d'une grande vitesse. 15 puits étaient déjà creusés en novembre 1855 dans le lit même de l'Oued-Messaad, à la profondeur de 5 à 6 mètres, de part et d'autre de la coupure du Djebel-Ras-el-Oïoun. Ces puits donnent de l'eau en été à 2 mètres de profondeur au-dessous du sol : mais le 12 novembre 1855, ils étaient entièrement remplis par suite de la crue exceptionnelle de l'Oued-Messaad.

A cette époque, une noria en fer et à tampon se mouvant dans un cylindre était établie sur l'un des puits, et des labours étaient commencés dans les terres environnantes. Le prix de ces norias est de 450 fr. à Alger, le transport d'Alger à Laghouat est estimé 40 fr. le quintal, ce qui fait 240 fr. pour une noria dont le poids est de 6 quintaux. Ainsi le prix de revient d'une noria en fer rendue à Laghouat est de 690 fr. Il est à craindre que les norias en fer ne conviennent pas beaucoup à des Arabes, parce que, livrés à leurs propres ressources, ils seront dans un grand embarras pour les réparer en cas d'accident. Nous pensons que des norias en bois seraient peut-être plus avantageuses pour des Arabes, parce que les réparations y sont plus faciles. Ces norias pourraient être confectionnées avec les bois de la forêt de Djelfa.

La vallée de l'Oued-Messaad présente de bonnes terres argilo-sableuses dans une grande partie de son parcours, et il sera facile d'y développer les cultures au moyen de puits et de norias.

*Gypse farineux diluvien sur les bords de l'Oued-Messaad.*

Près de la coupure du Djebel-Ras-el Oïoun, on remarque, sur les bords de l'Oued-Messaad, un dépôt de gypse farineux blanc formant le sol naturel sur un mètre d'épaisseur.

*Cours souterrain de l'Oued-Mzi, en amont et en aval de l'oasis de Laghouat.*

Le Djebel-Ras-el-Oïoun doit son nom à ce que les eaux courantes reparaissent à la surface du lit de l'Oued-Mzi, dans la coupure qui sépare cette montagne de la chaîne du Dakla, qui en forme le prolongement vers le N.-E. En avant de ce point, les eaux de l'Oued-Mzi se cachent sous les sables et coulent souterrainement. Entre le Djebel-Ras-el-Oïoun et la coupure du Djebel-Tisgrarine, l'Oued-Mzi coule à ciel ouvert ; mais il se perd immédiatement à l'aval du Djebel-Tisgrarine ; ainsi, les coupures que traverse successivement l'Oued-Mzi ont pour effet de faire reparaître au jour les eaux de la rivière. On comprend *à priori* qu'il devait en être ainsi, parce que les sables fluides ont nécessairement une moindre épaisseur dans ces coupures, où les roches solides, grès, dolomies et calcaires, sont très rapprochés du sol. Ces coupures sont très favorables pour l'établissement des barrages qui devraient s'appuyer sur le roc solide, afin que les eaux ne se perdent pas souterrainement, par dessous le barrage, dans la coupure de l'Oued-Tisgrarine, des sondages ont montré que l'épaisseur des sables ne dépassait pas 10 mètres. Ces sables sont très fluides et ne se tiennent pas verticalement quand on creuse dans le lit de la rivière. Il faudrait donc les maintenir par une double ligne de palplanches armées de sabots en fer, que l'on enfoncerait dans le terrain dur. On draguerait ensuite le sable compris entre ces palplanches, et l'on remplirait le vide avec de la maçonnerie hydraulique.

L'Oued-Mzi poursuit sa route au-delà de Laghouat vers l'E.-N.-E. et prend le nom de l'Oued-Djeddi, qu'il conserve jusqu'à son débouché dans le chott El-Melrhir, où il va se jeter, à 130 kilomètres N.-E. de Touggourt. D'après M. Dubocq, le chott El-Melrhir est à 20 mètres au-dessous du niveau de la mer. La longueur totale du parcours de l'Oued-Djeddi entre Laghouat et le chott étant d'environ 375 kilomètres, on voit qu'en raison de la pente du terrain l'oasis de Laghouat est nécessairement à une hauteur assez forte au-dessus du niveau de la mer.

Nous avons fait reconnaître que la constitution du Djebel-Tisgrarine et du Djebel-Schreiga appartenait au terrain secondaire des environs de Laghouat. Nous allons décrire les chaînes de même nature qui sont dans un rayon un peu plus éloigné que les précédentes,

parce qu'elles donneront lieu à des observations qui offriront quelque intérêt.

M. le Président présente un mémoire de M. Martin, *Sur la paléontologie stratigraphique de l'infra-lias du département de la Côte-d'Or.*

Ce travail sera soumis à l'examen de la Commission des mémoires.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray :

## *Note sur le genre* Galeropygus *et étude des plaques interapiciales chez les* Collyrites ; par M. Ébray.

### 1° *Sur le genre* Galeropygus.

Dans la première livraison de mes *Études paléontologiques sur le département de la Nièvre*, je m'exprime ainsi à propos du genre *Galeropygus :*

« En supposant exactes les descriptions de MM. Desor et Cotteau, on arriverait à la classification suivante :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Famille des *Echinoconidæ*, d'Orb., ou des *Galeridae*, Des. | Appareil apicial compacte, ambulacres droits, anus situé dans un profond sillon. | Péristome décagonal avec entailles profondes. | *Galeropygus*, Cott. (1). |
| | | Péristome pentagonal sans bourrelets ni entailles. | Genre à créer (2). |
| | | Péristome pentagonal avec bourrelets et entailles. | Genre à créer (3). |

» Il existe à propos de ce genre (*Galeropygus*) une confusion qui pourrait bien provenir d'une observation incomplète de la bouche ; ainsi la diagnose du genre *Galeropygus* donnée par M. Desor diffère de la description du *Galeropygus disculus* donnée par M. Cotteau ; car M. Desor prétend que les *Galeropygus* diffèrent des *Hyboclypus* par leur péristome qui rappelle tout à fait celui des *Pygaster*. »

---

(1) Ce genre aurait pour type le *Galeropygus agariciformis*.
(2) Ce genre aurait pour type le *Galeropygus disculus ?*.
(3) Ce genre aurait pour type l'*Antropygus guetinicus ?*.

Or, dans la séance du 7 février 1859, M. Cotteau est venu affirmer : 1° qu'il reconnaît que la forme du péristome du *Galeropygus disculus* décrit dans son ouvrage sur les oursins du département de la Sarthe est inexacte, et qu'après nouvel examen le péristome est plus ovale, très enfoncé et muni de dix petites entailles comme celui des *Galeropygus ;* 2° que M. Desor rapproche à tort les *Galeropygus* des *Pygaster.*

Donc l'erreur que j'ai commise, en supposant exactes les descriptions de MM. Desor et Cotteau, se trouve confirmée, puisque l'auteur du genre *Galeropygus* est venu lui-même, comme je devais l'espérer, compléter la diagnose de ce genre et la mettre en harmonie avec les observations que j'ai faites sur les *Galeropygus* des carrières de la Grenouille, et qui m'ont conduit à dire : « Le genre *Centropygus*, ou en supposant les descriptions de MM Desor et Cotteau incomplètes, le genre *Galeropygus* peut se définir de la manière suivante, etc..... »

Cette définition étant à peu près semblable à celle donnée par M. Cotteau à la suite du nouvel examen auquel il a soumis ses *Galeropygus*, je trouve la réunion des *Centropygus* aux *Galeropygus* parfaitement judicieuse.

Reste maintenant la discussion de l'importance des bourrelets buccaux. Ici j'espère encore qu'un examen plus attentif, ou bien que la découverte d'individus plus complets, permettra à notre savant confrère de se mettre d'accord avec mes observations et de découvrir les bourrelets rudimentaires que j'ai signalés.

M. Cotteau a écrit les lignes suivantes : « Quant aux bourrelets que M. Ébray signale à l'extrémité buccale des interambulacraires, ils n'ont qu'une importance zoologique très secondaire, et nous ne saurions y voir un caractère suffisant pour l'établissement d'un genre. » Je répondrai à ce sujet que l'existence de bourrelets jusqu'à ce jour n'a pas seulement servi à établir des caractères spécifiques ou génériques, mais aussi qu'elle a été invoquée comme caractère distinctif des familles ou section de familles, comme on peut facilement s'en assurer en consultant le *Synopsis* de M. Desor (p. 161) ou la *Paléontologie française* de d'Orbigny (p. 290).

Je me servirai donc de l'argument que M. Cotteau me donne pour faire remarquer que si l'existence ou l'absence de bourrelets buccaux ne constitue pas un caractère générique, à plus forte raison la présence ou l'absence d'un sillon anal, la disjonction plus ou moins grande des ambulacres, la grandeur relative de la bouche, le dédoublement des pores vers la région buccale, la forme géné-

rale du test, la position plus ou moins oblique des semi-tubercules, ne constituent pas non plus des caractères génériques; et alors que deviennent les genres *Hemidiadema*, Des., *Diplopodia*, Des., *Desorella*, Cott., *Cottaldia*, *Thesaporhinus*, etc.?

Je ferai une dernière remarque à propos de l'appareil apicial du *Galeropygus*.

La qualification de subcompacte, donnée par M. Cotteau à l'appareil apicial du *Galeropygus* dont j'ai donné la description dans une note précédente, est, je crois rationnelle; mais les termes compacte, subcompacte et allongé, ne représentent pas tous les cas.

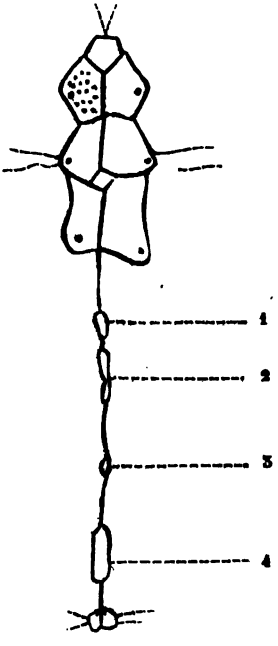
Puisque l'appareil apicial se compose de quatre ou cinq pièces génitales, des plaques complémentaires et des cinq plaques ocellaires, l'appareil des *Dysaster* est allongé. En effet, les deux plaques ocellaires postérieures sont très distantes des autres plaques; mais, pour M. Cotteau, l'appareil des *Dysaster* est compacte; pour moi, il est très allongé; seulement la partie antérieure de l'appareil est compacte. Il y a donc une distinction importante à faire, et, si l'on veut classer les appareils, il faut les diviser ainsi qu'il suit :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Appareil apicial : 5 plaques génitales, 5 plaques ocellaires, ou 4 plaques génitales; 5 plaques ocellaires et une ou plusieurs plaques complémentaires. | *a.* Formant un cercle au sommet. | 1. compacte. . . | *Pygurus*, etc. |
| | | 2. Subcompacte. | *Galeropygus.* |
| | *b.* Formant un ensemble allongé. | Très allongé. . . | *Collyrites.* |
| | | Allongé. . . . . | *Dysaster.* |
| | | Un peu allongé. . | *Hybodyhus.* |

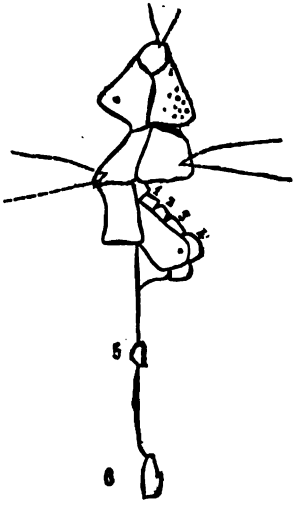
2° *Sur la disposition des plaques interapiciales chez les Collyrites.*

Il existe entre l'appareil apicial antérieur et les deux plaques ocellaires postérieures une série de plaques qui se distinguent des plaques coronales. Ces premières ont déjà été figurées pour le *Collyrites ellipticus* par M. Desor.

L'étude de ces plaques est fort difficile. Je suis parvenu à faire les observations suivantes sur le *Collyrites analis* :




Dans cet individu, les plaques interapiciales 1, 2, 3, 4, sont séparées de l'appareil antérieur par les sutures des plaques coronales.



Dans ce cas, une des plaques génitales se trouve rejetée, et les plaques complémentaires se prolongent jusqu'en dehors de l'appareil.

Dans cet individu, les plaques interapiciales ne sont pas interrompues, et se lient, d'une part, intimement avec les plaques complémentaires, d'autre part, avec les plaques ocellaires postérieures. Ces deux dernières sont même séparées par une plaque interapiciale.

Le *Collyrites ellipticus* présente toujours ou presque toujours des plaques interapiciales continues.

Il résulte de ces faits :

1° Que chez les *Collyrites*, la partie antérieure de l'appareil apicial est reliée à la partie postérieure par une série de plaques indépendantes des plaques coronales ;

2° Que souvent ces plaques interapiciales sont en relation intime avec les plaques complémentaires dont elles ne semblent former que le prolongement ;

3° Que, par conséquent, les plaques interapiciales doivent être considérées comme faisant partie de l'appareil apicial ;

4° Qu'enfin l'appareil, dans les *Collyrites* et probablement dans les *Dysaster*, n'est réellement pas disjoint, puisque la partie antérieure est reliée le plus souvent à la partie postérieure par les plaques interapiciales.

## *Séance du 6 juin 1859.*

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. Albert Gaudry, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. VATONNE, ingénieur des mines, à Alger (Algérie), présenté par MM. Delesse et Ville.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. J. Dorlhac, *Notice géologique sur un gisement de serpentine en blocs isolés du gneiss près de Lempdes (Haute-Loire)* (extr. du t. XX des *Annales de la Société d'agriculture, etc., du Puy*), in-8, 31 p., 1. pl. Le Puy, 1859; chez M. P. Marchesson.

De la part de M. Ch. Laurent, *Mémoire sur les projets présentés par MM. Parmentier et Guibal pour le percement des sables mouvants des puits de Bonne-Espérance de la Société des charbonnages de Saint-Vaast* (extr. des *Mém. de la Soc. des ingénieurs civils*), in-8, 31 p., 1 pl. Neuilly....; chez Guiraudet.

De la part de M. H. Lehon, *Périodicité des grands déluges résultant du mouvement graduel de la ligne des absides de la terre*, in-8, 112 p., 1 carte. Bruxelles, 1858, chez E. Flatau; Paris, chez Victor Dalmont.

De la part de sir Charles Lyell, *On the structure of lavas which have consolidated on steep slopes; with remarks on the mode of origin of mount Etna, and on the theory of craters of elevation* (from the *Philosoph. Transact.*, part. II, for 1858, p. 703), in-4, 86 p., 2 pl.

De la part de M. Jules Marcou, *Reply to the criticisms, of James D. Dana*, in-8, 40 p. Zurich, 1859; chez Zürcher et Furrer.

De la part de sir Roderick I. Murchison, *Table showing the vertical range of the silurian fossils of Britain* (from the third edition of *Siluria*), january 1, 1859, in-8, p. 531-552.

De la part de M. J.-B. Dalmas :

1° *Carte géologique du département de l'Ardèche à l'échelle de* $\frac{1}{160000}$, 1 f. grand-aigle, 1859;

2° *Notice géologique et minéralogique du département de l'Ardèche*, in-8, 1re livraison, 38 p. Privas, chez Guiremand.

De la part de M. J. d'Andrimont de Mélotte, *De l'extension possible de la formation houillère sous la partie sud-est de l'Angleterre*, traduit de l'anglais de R. Godwin-Austen (extr. de la *Revue univers.*, 1858-1859), in-8, 58 p., 1 pl. Paris et Liége; chez E. Noblet.

De la part de M. L. Cangiano, *Breve ragguaglio del perforamento de' due pozzi artesiani recentemente compiuti nella città di Napoli*, in-8, 16 p. Napoli, marzo 1859.

De la part de M. G.-G. Gemellaro :

1° *Sui modelli esterni doleritici della quercia in contrada Pinitella su l'Etna* (*Lettera al prof. G. Guiscardi*), in-8, 6 p. Catania, 29 ott. 1858.

2° *Sul graduale sollevamento di una parte della costa di Sicilia dal Simeto all' Onobola*, in-4, 12 p. Catania, 1858.

De la part de M. Albany Hancock, *On the organization of the Brachiopoda*, in-4, p. 791-869, 14 pl., 1857-1858.

De la part de M. Thomas Oldham, *On the geological structure of a portion of the Khasi Hills, Bengal* (from the *Memoirs of the geological Survey of India*), in-8, p. 99-207, 3 pl. Calcutta.....

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1859, 1er semestre, t. XLVIII, nos 20 à 22.

*Bulletin de la Société de géographie*, 4e série, t. XVII, no 100, avril 1859.

*Société impériale et centrale d'agriculture. — Bulletin des séances*, 2e série, t. XIV, no 3, 1859.

*L'Institut*, nos 1324 à 1326, 1859.

*Réforme agricole*, par M. Nérée Boubée, no 125, 12e année, mai 1859.

*Journal d'agriculture de la Côte-d'Or*, n° 4, avril 1859.

*Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, n° 147, 1859.

*The Athenæum*, n°s 1647 à 1649, 1859.

*Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales*, t. IX, n° 5, mai 1859.

*Revista minera*, t. X, n°s 216 et 217, mai et juin 1859.

*The American Journal of science and arts, by Silliman*, vol. XXVII, n° 81, mai 1859.

*Memoirs of the geological Survey of India*, vol. I, part. II, in-8. Calcutta, 1858.

M. Michelin présente à la Société une Carte géologique et minéralogique du département de l'Ardèche, que M. Dalmas vient de publier d'après le désir du Ministre de l'agriculture, du Conseil général et du Préfet du département. M. Michelin rappelle que le relief de ce département est très accidenté, par suite des soulèvements de la chaîne granitique des Cévennes, et de la chaîne volcanique des Cévennes et du Mézen. On y rencontre le terrain houiller, le trias, le lias, l'Oxford et divers étages de la craie. La paléontologie n'en est pas encore bien connue; mais au moyen des collections que M. de Malbos vient de donner au département, on en connaîtra bientôt la faune fossile. Avec la carte de M. Dalmas, qui est très soignée sous le rapport des routes et des cours d'eaux, les géologues pourront facilement parcourir à pied le département de l'Ardèche.

M. le Président annonce la mort de M. Thiollière. La perte de ce géologue distingué est pour la Société un coup d'autant plus pénible, qu'on devait compter M. Thiollière parmi les savants qui apporteraient les plus grandes lumières dans la prochaine réunion extraordinaire à Lyon.

M. Michelin fait la communication suivante sur le *Clypeaster Gaymardi* :

*Note rectificative du nom de* Clypeaster Gaymardi *d'Alexandre Brongniart*, par M. Hardouin Michelin.

Dans le tome LIV du *Dictionnaire des sciences naturelles* et en tête de l'article *Théorie de l'écorce du globe* ou *des terrains qui la composent*, Alexandre Brongniart a inséré dix-huit tableaux de corps organisés fossiles, rapportés aux classes, ordres et groupes de terrains auxquels ils sont propres. C'était en 1829, au début de la paléontologie, et déjà le génie de l'illustre professeur lui avait indiqué l'utilité des fossiles pour déterminer, par leur présence ou par leur absence, les couches déposées à diverses époques géologiques. Je ne veux pas chercher à mettre ces listes, contenant déjà plus de 1600 noms, en rapport avec les classifications et nomenclatures actuelles; je me bornerai à faire la rectification d'une erreur qui a échappé à MM. Agassiz et Desor dans le *Catalogue raisonné* et le *Synopsis des échinides*.

M'occupant actuellement d'une monographie des Clypéastres fossiles, j'ai dû faire toutes les recherches possibles sur les espèces citées par les divers auteurs. Or, dans le cinquième des tableaux susmentionnés, p. 12, figure un *Clypeaster Gaymardi*, Al. Brong., provenant de la Corse et du Plaisantin. Plus tard, en 1847, dans le *Catalogue raisonné*, paraît à l'article *Clypeaster umbrella*, Agassiz, p. 12, et comme synonyme un *Clypeaster Gaymardi*, Al. Brong., sans désignations d'ouvrages contenant description et figure. Enfin, en 1858, dans le *Synopsis*, M. Desor, au même article *Clypeaster umbrella*, fait figurer parmi les synonymes, avec un point de doute, le *Clypeaster Gaymardi*, Al. Brong., *Théorie des terrains*, tab. V, p. 12.

Ayant pensé que cette espèce, que personne ne citait comme étant de la collection d'Al. Brongniart, pouvait cependant s'y trouver, et ayant appris que cette collection avait été généreusement donnée à la Faculté de géologie de Paris par M. Adolphe Brongniart, j'y ai trouvé, grâces à la complaisance de M. Hébert, professeur à cette Faculté, un fossile portant le nom de *Clypeaster Gueymardi* et non celui de *Clypeaster Gaymardi*. Naturellement le premier nom a dû être le vrai, attendu que M. Gueymard, ingénieur en chef des mines, et auteur d'un *Traité de minéralogie, géologie et métallurgie du département de l'Isère*, devait avoir eu plus de relations à cette époque avec M. Brongniart que M. Gaymard, collaborateur de M. Quoy dans des travaux sur des animaux vivant de nos jours.

Reste maintenant à savoir ce qu'est réellement le *Clypeaster Gueymardi*; car, en 1829, ce genre contenait quelques espèces dépendant aujourd'hui des genres *Pygurus*, *Echinolampas*, *Conoclypus*, etc. Après examen avec M. Desor, c'est au genre *Conoclypus* que cette espèce appartient. Il sera donc juste, à une époque où l'on préfère les noms des anciens à ceux des modernes, de désigner à l'avenir, sous le nom de *Conoclypus Gueymardi*, Michelin, le *Clypeaster Gueymardi* d'Alexandre Brongniart, ainsi qu'il résultera de la synonymie ci-après :

*Clypeaster Gueymardi*, Al. Brongniart, *Dict. des sciences naturelles*, t. LIV, tab. V, p. 12, 1829.
*Conoclypus plagiosomus*, Agass., *Cat. Syst. ect. Échin.*, p. 5, moule 53, 1840.
— *plagiosomus*, Agass., *Cat. raison. des Échin.*, p. 110, 1847.
— *Lucæ*, Desor., *Cat. raison. des Échin.*, p. 110, moule S 53, 1847.
— *Lucæ*, Desor., *Synopsis des Échinides*, p. 322, moule 53, S 53, et non R 53, 1858.

De toutes façons, je ne pourrais pas admettre les raisons données par M. Desor pour employer le nom spécifique de *Lucæ*, attendu que les individus que je possède d'Égypte et de Corse se rapprochent plus du type 53 (*Conoclypus plagiosomus*, Ag.) que de celui du type S 53 (*Conoclypus Lucæ*, Des.). Tous deux présentent des variétés fréquentes dans les échinides.

M. Desmoulins, dans ses études sur les échinides, p. 216 et 217, mentionne, sous le n° 8 de ses Clypéastres, un *Clypeaster Gaymardi*, Al. Brong., et il annonce n'avoir pas connaissance des descriptions de cette espèce ; mais, d'après des citations d'auteurs divers, je pense que sa variété A est le *C. umbrella* d'Agassiz jeune, et que sa variété B est le même *umbrella* plus âgé (*Clypeaster dilatatus*, Desor, moule R 61). Ce sont deux espèces que je réunis sous le nom d'*umbrella*.

M. Hébert, à l'occasion de la communication de M. Michelin, annonce à la Société qu'il y a deux ans la famille d'Alexandre Brongniart a donné à la Faculté des sciences de Paris les collections géologique et zoologique de ce célèbre géologue. Ces collections sont parfaitement étiquetées ; elles ont donc une grande valeur scientifique. M. Hébert ajoute qu'il sera heureux de mettre les géologues à même de consulter ces collections.

M. d'Archiac remet une note de M. Noguès sur un grès rouge des Pyrénées et des Corbières :

*Sur un grès rouge des Pyrénées et des Corbières;* par M. A.-F. Noguès, professeur d'histoire naturelle à l'école de Sorèze.

INTRODUCTION.

*Objet du mémoire de M. Noblemaire.* — M. Noblemaire a publié récemment, dans les *Annales des mines*, un mémoire très intéressant sur *les richesses minérales du district de la Seu-d'Urgel (Catalogne)* (1). Les descriptions lithologiques des diverses roches qui constituent le sol accidenté de la vallée du Sègre et celles des minerais métalliques qui y sont encaissés sous la forme de filons y sont faites avec une clarté et une concision remarquables. Les allures et les directions des roches sédimentaires et d'éruption y sont bien indiquées; tout ce qui peut donner une idée nette du relief du sol et de la disposition relative des matériaux que la nature a employés dans son œuvre se trouve parfaitement décrit dans le travail de M. Noblemaire. Il passe rapidement en revue les roches qui constituent les terrains primitif, de transition, houiller, crétacé et tertiaire, qu'il a reconnus sur le versant méridional des Pyrénées. Mais le but principal du mémoire de M. Noblemaire est de prouver que le terrain houiller de San-Juan et de la Seu-d'Urgel (Espagne) ne forme point un tout continu, mais bien deux lambeaux isolés, et surtout, que les grès rouges qui recouvrent les couches de houille dépendent du terrain crétacé.

« L'objet de ce mémoire, dit l'auteur, est de montrer que le » terrain houiller forme, aux environs d'Urgel, une bande étroite » s'enfonçant sous les terrains récents de grès rouge, et de prouver » que ces grès rouges, dont la stratification comme celle des forma- » tions supérieures concorde parfaitement en ce point avec celle » du terrain houiller, en sont complétement indépendants et » doivent être rapportés au terrain crétacé; de prémunir, par » conséquent, les explorateurs contre les hasards d'une entreprise » trop hâtive, basée sur des caractères géologiques tirés de la » seule présence de ces grès rouges. »

» Ainsi se trouve réfutée l'hypothèse de M. Noguès, qui regarde

(1) *Annales des mines*, 5e série, t. XIV, p. 49.

» ces grès comme houillers par cela seul que leur stratification est » la même que celle du terrain houiller (1). »

*Objet de cette note.* — Comme je suis en cause dans ce mémoire, je défendrai ma manière de voir relativement aux grès rouges lie de vin qui recouvrent la houille dans les Corbières et dans la vallée du Sègre. Ce que M. Noblemaire appelle mon hypothèse est un fait qui dérive d'une suite d'observations et de recherches, et non une supposition gratuite.

Je prouverai, dans cette note, par des données stratigraphiques et paléontologiques certaines :

1° Que les grès rouges des petits bassins houillers de Ségure et de Durban (Aude) ne sont pas crétacés;

2° Qu'ils sont à un niveau inférieur au lias ;

3° Qu'ils sont dépendants du terrain houiller dont ils constituent les couches supérieures;

4° Que les grès rouges qui recouvrent la houille à San-Juan de las Abadessas et à la Seu-d'Urgel ne peuvent être rapportés au terrain crétacé supérieur comme le prétend M. Noblemaire.

## Grès rouges des Pyrénées-Orientales.

*Opinion de M. Noblemaire.* — Ce grès rouge des Pyrénées-Orientales appartient-il au terrain houiller ou à un terrain plus récent? Telle est la question que s'est posée M. Noblemaire. Cet ingénieur affirme que ce grès rouge appartient au terrain crétacé. Cette manière de voir nous étonne ; elle a contre elle toutes les preuves stratigraphiques et paléontologiques. Les recherches de M. Leymerie dans les Pyrénées centrales m'auraient seules engagé à ranger le grès rouge des Pyrénées-Orientales dans le trias, si son analogue dans les Corbières n'était incontestablement un membre du terrain houiller. Le grès rouge pyrénéen se montre dans toute l'étendue de la chaîne ; il paraît dans l'Aveyron, dans le Tarn et dans la Corrèze.

Le grès rouge pyrénéen de M. Leymerie semble identique avec le trias inférieur qui se montre sur le bord du plateau central de la France ; aussi le géologue de Toulouse s'est-il rangé à l'opinion de M. Dufrénoy et a-t-il rapporté le grès rouge des Pyrénées centrales au grès bigarré.

Dans mes *Études stratigraphiques sur les terrains des environs de*

(1) Noblemaire, *Étude sur les richesses minérales du district de la Seu d'Urgel* (*Annales des mines*, p. 70).

*Tuchan*, publiées en 1857, j'ai rapporté les grès rouges de San-Juan de las Abadessas au terrain houiller. J'ai fait ce rapprochement entre les grès rouges des Corbières et ceux des Pyrénées-Orientales, en partie d'après des notes manuscrites qui m'ont été généreusement communiquées par M. Noblemaire dont la manière de voir concordait alors avec la mienne.

« On s'est mépris, à mon avis, m'écrivait en date du 7 novembre » 1856 M. Noblemaire, sur l'étendue des bassins houillers dont » on n'a admis l'existence qu'aux points où les éruptions porphy- » riques amenaient au jour les grès houillers grisâtres avec ro- » gnons de quartz et schistes qui avoisinent les couches de houille, » et l'on n'a pas fait assez attention aux grès rouges qui les accom- » pagnent toujours.

» Pour procéder du connu à l'inconnu, suivez-moi dans mon » voyage aux mines de San-Juan de las Abadessas (Saint-Jean- » des-Abbesses).

» Lorsqu'on vient de Puycerda à Saint-Jean, on marche con- » tinuellement sur des schistes de transition, traversés de loin en » loin par des filons de chaux carbonatée spathique, blanche, et » enfin en arrivant au col de Surroca, on a derrière soi ces mas- » sifs de transition et devant une masse de grès dont la couleur » lie de vin tranche très fortement avec l'aspect des roches pré- » cédentes. Ce grès, du reste, très tourmenté et souvent traversé » par des éruptions de porphyre, recouvre les schistes houillers et » la houille, et repose à stratification très discordante sur le ter- » rain silurien, ou plutôt leurs deux inclinaisons s'arc-boutent, et » ces grès butent contre la crête des montagnes calcaires. Vers le » midi, ils s'enfoncent sous le calcaire nummulitique. Dans les » ravins, ce grès rouge se voit reposant à stratification concor- » dante sur les schistes houillers. En suivant la route de Surroca » à Campredon pour rentrer en France, on marche toujours près » de la séparation de ces grès et du calcaire silurien. Après un » étranglement passager à Campredon, ils reparaissent à Roca- » bruna, et de là jusqu'à la Manère, Coustouge et Villaroja en » France. En tous ces points, de nombreuses recherches ont été » faites; elles n'ont pas donné grand'chose, parce que l'on est au- » dessus de la houille. A la Manère (Pyrénées-Orientales), à » l'extrémité du bassin, ce grès rouge repose sans intermédiaire » sur le granite.

» Dès lors, ma conviction était presque arrêtée. Jugez combien » fut agréable ma surprise, en retrouvant à Durban ces mêmes » grès rouges qui limitent véritablement ce bassin, et sont sur

» toute son étendue superposés aux couches de schistes et grès » houillers qui contiennent la houille. »

L'extrait que je viens de citer de cette communication écrite prouve qu'en 1856 M. Noblemaire considérait les grès rouges de San-Juan et de la vallée du Sègre comme appartenant à la partie supérieure du terrain houiller pyrénéen. Il est permis de changer d'opinion dans le domaine des recherches scientifiques, lorsque des études subséquentes modifient les premières observations; le but final est la recherche de la vérité.

J'ai parcouru très rapidement les montagnes des Pyrénées-Orientales, ce qui ne m'a pas permis d'étudier d'une manière sérieuse les grès rouges de la Manère et de Villaroja. Ce que j'en ai dit, je le tiens de la communication précédente. Quant aux grès rouges des Corbières, j'ai démontré (1), sans hypothèse aucune, qu'ils sont placés à un horizon bien inférieur à celui de la craie; en sorte que M. Noblemaire ne réfute, dans son mémoire de 1859, qu'une opinion qu'il partageait avec moi en 1856.

Cela posé, je discuterai la valeur de quelques-unes des conclusions qu'il a formulées dans son mémoire.

Dans la Seu-d'Urgel, M. Noblemaire distingue, à partir du terrain houiller, une série de roches qu'il divise en trois étages et dont l'ensemble constitue son *terrain crétacé :*

1° A la base, des grès rouges ; 2° au milieu, des marnes jaunes gypseuses; 3° en haut, des calcaires gris-blanc compactes.

A San-Juan de las Abadessas, les marnes gypseuses et les calcaires manquent; on n'y trouve que les grès rouges.

J'ai lu attentivement le mémoire de M. Noblemaire. Rien ne prouve dans ce travail que ces grès rouges, qu'il est parfois difficile de distinguer des grès houillers supérieurs, soient réellement des grès crétacés. Au contraire, leur analogie de position et de caractères avec des grès d'autres régions les place bien au-dessous du terrain crétacé. Ils affectent les mêmes inclinaisons et les mêmes directions que les grès qui recouvrent la houille ; ils passent à ceux-ci par des gradations de teintes si insensibles, qu'il est difficile de tracer leurs véritables limites. En outre, aucun caractère paléontologique ne se montre à l'observateur pour qu'il puisse assimiler les grès rouges de San-Juan et de la Seu-d'Urgel au terrain de craie. On pourrait avec quelque raison placer ces grès dans le terrain permien ou dans les couches inférieures du trias.

---

(1) *Études stratigraphiques sur les terrains des environs de Tuchan*, 1857.

Rien ne prouve non plus que les marnes gypseuses jaune verdâtre de la vallée du Sègre soient crétacées; on pourrait les rapporter avec plus de probabilité au trias ou au lias.

En résumé, rien ne prouve que les grès rouges du versant méridional des Pyrénées-Orientales appartiennent au terrain crétacé; tout prouve, au contraire, qu'ils forment les assises supérieures du terrain houiller.

*Les calcaires sont identiques avec ceux de Pierre-Lis.* — Enfin l'étage supérieur, essentiellement calcaire, est, d'après M. Noblemaire, paléontologiquement et pétrographiquement l'analogue des calcaires de Pierre-Lis dans l'Aude.

J'admets sans conteste la nature crétacée de cet étage calcaire dirigé O. 5° N., plongeant de 40° à 50° vers le S., direction différente de celles qu'affectent les grès rouges qui se trouvent au-dessous.

M. Noblemaire, pour identifier les grands escarpements calcaires que traverse le Sègre dans son cours avec ceux qui constituent les gorges de Pierre-Lis, fait usage à la fois des caractères paléontologiques et des caractères lithologiques. Il y signale des ostracées et des oursins, ce qui est bien vague. J'admets volontiers ces rapprochements; car cette assimilation me fournit un argument puissant contre la nature crétacée des grès rouges de la Seu-d'Urgel et de San-Juan.

Les calcaires de Pierre-Lis sont incontestablement crétacés; ils dépendent du groupe néocomien supérieur ou de l'étage des calcaires à Caprotines (1) qui, dans nos régions méditerranéennes, forment les couches inférieures du terrain crétacé.

A Coustouge (Pyrénées-Orientales) et à Amélie-les-Bains, M. Noblemaire a trouvé des couches d'un grès jaunâtre et grisâtre, légèrement micacé, pétri de coquilles noirâtres indéterminables, et contenant, dans une couche calcaire intercalée, la *Cyclolites elliptica*, Lam. (2).

Après la rencontre de ce fossile caractéristique de la craie supérieure, M. Noblemaire n'a pas hésité, sans aucune bonne raison pourtant, à considérer les grès rouges de San-Juan et de la Seu-d'Urgel comme appartenant au niveau des couches à *Cyclolites elliptica* de Coustouge (Pyrénées-Orientales).

---

(1) D'Archiac, *Les Corbières* (*Mémoires de la Société géologique de France*, 2e série, t VI, p. 204).

(2) M. d'Archiac a donné la coupe complète de la colline crétacée d'Amélie-les-Bains. (*Les Corbières*, etc., p. 441 et pl. 4, fig. 25.)

Donc, si les grès rouges de la Seu-d'Urgel et de San-Juan étaient crétacés, comme le prétend M. Noblemaire, ils représenteraient les couches à *Cyclolites elliptica* de Coustouge, c'est-à-dire le deuxième étage du terrain crétacé supérieur de M. d'Archiac ou le premier niveau de rudistes (1).

Dans cette hypothèse, les grès rouges crétacés seraient recouverts par des calcaires d'un horizon inférieur, ce qui ne peut être admissible.

A moins d'admettre ces révoltantes conséquences que rejette la saine géologie, on ne peut démontrer que les grès rouges de la Seu-d'Urgel et de San-Juan soient crétacés.

On n'a pas prouvé non plus qu'ils soient le prolongement et la continuation des couches qui, à Coustouge, renferment le *Cyclolites elliptica*.

D'ailleurs, les grès rouges qui recouvrent la houille à San-Juan et à la Seu-d'Urgel n'ont pas les mêmes caractères minéralogiques que les couches à *Cyclolites elliptica* de Coustouge et d'Amélie-les-Bains.

Si ces dépôts arénacés jaunâtres avec fossiles crétacés recouvraient les grès rouges de la base, sans solution de continuité, jusqu'à San-Juan de las Abadessas et à la Seu-d'Urgel, la présence des traces d'êtres organisés propres à la craie auraient de la valeur; mais, puisque dans ces deux localités, les grès rouges ne se présentent pas avec les mêmes caractères paléontologiques et pétrographiques qu'ils affectent à Coustouge et à Amélie-les-Bains, je maintiendrai ma manière de voir, c'est-à-dire que je considérerai les grès rouges de San-Juan et de la Seu-d'Urgel comme la partie supérieure du terrain houiller pyrénéen. A l'appui de mon opinion, je citerai un fait qui m'a été signalé par M. Leymerie. Cet observateur a vu dans l'arrondissement de Bayonne, derrière la montagne de la Rhune, un gisement de combustible, riche en impressions végétales. M. Brongniart y a reconnu des espèces très caractéristiques du terrain houiller. Ce gîte est au contact du terrain schisteux dévonien et du grès rouge.

S'il était prouvé que les grès rouges de San-Juan et de la Seu-d'Urgel sont indépendants du terrain houiller, ils représenteraient le grès rouge pyrénéen des Pyrénées centrales, que M. Leymerie, avec sa sagacité ordinaire, rapporte à la partie inférieure du trias, au grès bigarré (2).

---

(1) D'Archiac, *Les Corbières*, etc., p. 145.

(2) Leymerie, *Esquisse géognostique des Pyrénées de la Haute-Garonne*, p. 43.

## Grès rouge des Corbières.

*Grès rouges houillers des Corbières.* — Aux environs de Tuchan et de Durban (Aude) se montrent des assises d'un grès rouge lie de vin, reposant, à stratification très concordante, sur les grès houillers grisâtres qui recouvrent la houille.

J'ai prouvé ailleurs (1) que ce grès rouge, qui est analogue par ses caractères minéralogiques et stratigraphiques à celui de San-Juan et de la Seu-d'Urgel, est une dépendance incontestable du terrain houiller; mais, comme les conclusions du mémoire de M. Noblemaire s'appliquent aux grès rouges des Corbières, que j'ai étudiés à différentes reprises, aussi bien qu'à ceux des Pyrénées, je rapporterai, en faveur de ma manière de voir, quelques faits qui prouveront que je ne regarde pas les grès rouges des Corbières comme houillers, par cela seul que leur stratification est la même que celle du terrain houiller sous-jacent. Mon opinion dérive d'un ensemble de preuves qui me paraissent irréfutables.

M. Noblemaire attache une trop grande importance à la couleur ; c'est par des ressemblances de coloration qu'il rapproche les grès rougeâtres de Coustouge (Pyrénées-Orientales) et d'Amélie-les-Bains de ceux de San-Juan et de la Seu-d'Urgel. Une généralisation trop absolue conduit souvent à des résultats erronés. Dans les Corbières, on trouve des grès diversement nuancés de rouge, dans les terrains récents comme dans les terrains anciens. Tous les observateurs qui ont visité ces montagnes ont vu les grès et psammites rouges de la craie supérieure de la chaîne de Font-Froides, les grès rougeâtres et les marnes lie de vin du groupe sous-nummulitique des environs de la Grasse, d'Alet et de Dones.

Que dirait-on d'un géologue qui se laisserait tromper par le caractère peu important d'une coloration à peu près identique, et qui placerait au même niveau géologique les roches arénacées rougeâtres des terrains houiller, crétacé et tertiaire ?

*Couches de Durban.* — A l'ouest de Durban (Aude) affleure un lambeau de terrain houiller qui se développe de l'E. à l'O. sur

(1) *Études stratigraphiques sur les terrains des environs de Tuchan. Terrain houiller des Corbières* (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XIV, p. 789. — *Notice sur les roches paléozoïques de Ségure et de Tuchan* (*Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. XXI.)

une longueur d'environ 3 à 4 kilomètres ; il s'étend du S. au N., en formant une nappe dont la largeur maximum atteint à peine 1 kilomètre.

Les couches supérieures de ce dépôt sont formées par un grès rouge lie de vin dont la couleur vive tranche sur le fond terne des roches liasiques ou des schistes dévoniens des environs. Ce grès rouge passe, par des gradations insensibles, au grès grisâtre qu'il recouvre. Les rares empreintes végétales qui se trouvent dans les parties supérieures du grès grisâtre se montrent aussi parfois dans les assises inférieures des grès rouges à leurs limites avec les grès grisâtres. Dans un ravin où se trouve l'ancienne recherche connue dans le pays sous le nom de *Traou del Renard* (trou du renard), on voit la succession des couches à partir d'un affleurement de houille recouvert d'une petite couche d'argile remplie de plantes fossiles. Au-dessus est le grès grisâtre alternant avec des couches brunes et grises d'argile schisteuse ; enfin, au-dessus et séparés en certains endroits seulement par un mince lit d'une argile blanchâtre, se trouvent les grès rouges dirigés, comme les grès grisâtres et les argiles schisteuses, E. 30° N., et plongeant de 50° au N.-O. sous les calcaires magnésiens des environs de Durban ; en sorte que de bas en haut, on trouve les couches suivantes en stratification concordante :

| | |
|---|---|
| Terrain houiller de Durban. | 1° Affleurement de houille.<br>2° Argiles un peu schisteuses avec empreintes végétales.<br>3° Schistes très argileux et grès grisâtres, alternant avec *Pecopteris oreopteridius*, *P. plumosa*, *Calamites dubius*, *Sigillaria pachyderma*, etc.<br>4° Grès rouge lie de vin. |

Une bande étroite du groupe du lias qui recouvre les grès rouges houillers de l'O. à l'E. se montre au sud d'Albas ; elle est comprise entre le terrain de transition, le terrain houiller, et le groupe sous-nummulitique ; elle est dirigée O.-E. des environs de Fourques à Durban.

Les calcaires magnésiens gris et jaunes, les marnes gypseuses et les gypses qui se développent à l'est de cette bande, et surtout aux environs de Durban, Villesèque, Gléon, etc., font aussi partie du lias et n'en sont que des modifications locales.

Tous les observateurs qui ont étudié les Corbières ont rangé les calcaires magnésiens sous lesquels plonge le terrain houiller à un niveau géologique inférieur au terrain crétacé.

« Le calcaire à Bélemnites, dit Dufrénoy (1), se montre à une » petite distance de Durban. Ce calcaire est immédiatement recou- » vert par un calcaire carié, sublamellaire, analogue à celui qui » forme la partie inférieure des terrains oolithiques dans le dé- » partement de l'Aveyron. Ce calcaire, carié lui-même, est recou- » vert par un calcaire compacte jaunâtre qui se rapporte à l'étage » inférieur des formations oolithiques. Dans ce groupe calcaire, » le gypse ressort de tous côtés. . . . . .

. . . . . .

» Il est recouvert par le calcaire caverneux que j'ai indiqué ci- » dessus comme appartenant à l'assise inférieure des formations » oolithiques, et qui est en effet surmonté par quelques couches » oolithiques. Le calcaire en contact avec le gypse est en partie » dolomitique. Ce recouvrement, très évident lorsqu'on examine » le monticule du château de Durban, est encore plus frappant » lorsqu'on est sur les montagnes environnantes. On voit alors » très clairement que le gypse se montre de tous côtés à des hau- » teurs correspondantes, et qu'il est recouvert en plusieurs points » par le calcaire carié. »

Le géologue qui connaît le mieux les Corbières, M. d'Archiac, dans sa savante *Histoire des progrès de la géologie*, rapportait en 1855, avec réserve pourtant, au groupe du lias, les gypses et les calcaires magnésiens de la vallée de la Berre :

« Partout, aux environs, les gypses et les marnes bariolées qui » l'accompagnent sortent de dessous les calcaires magnésiens et » les marnes noires schisteuses, avec des grès subordonnés ou des » calcaires bleus en lits minces, occupant le fond de la vallée » lorsqu'on s'approche de Saint-Jean-de-Barrou et de Fraisse. » Vers l'O., ce même système paraît s'étendre *sur le petit lambeau* » *houiller de Durban* (2). »

Dans mes *Études stratigraphiques sur les terrains des environs de Tuchan*, j'ai fait voir que les calcaires bleus, les marnes schisteuses, les calcaires magnésiens et les gypses qui se trouvent compris entre Donneuve, Nouvelle, Embrès, Durban, Saint-Christol, Foujoucouse, Saint-Jean-de-Barrou, Fraisse, Feuilla, Bizanet, Quillanet et Lastouret, forment une zone liasique bien caractérisée par ses fossiles et ses roches, interrompue en un ou deux points

---

(1) Dufrénoy, *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, t. I, p. 230.

(2) D'Archiac, *Histoire des progrès de la géologie*, t. VI, p. 532.

par le calcaire à Caprotines ou les calcaires plus récents du groupe sous-nummulitique.

Dans son remarquable mémoire sur les Corbières, M. le vicomte d'Archiac rapporte au lias, les gypses, les calcaires magnésiens, les marnes schisteuses et les calcaires bleus et gris du bassin de la Berre et de Tuchan.

« Les divers représentants du groupe du lias, dit ce géologue, » occupent ensuite le fond de la vallée à l'ouest et les pentes infé- » rieures des montagnes qui environnent la métairie d'Ortoux, en » se rattachant au lias de la grande vallée de Saint-Jean-de-Bar- » rou, de Fraisse, de Durban et de Villesèque, où les calcaires » magnésiens gris et jaunes, les marnes gypseuses et les gypses en » font également partie et n'en sont que des modifications locales. » On peut suivre ce système de couches, au sud d'une manière » continue par Castelmaure jusqu'à Embrès, Nouvelle, Donneuve » et le roc isolé du château d'Aguilard ou de Vialas, à l'est de Tu- » chan (1) »

C'est donc le groupe du lias qui recouvre le bassin houiller de Durban. En effet, j'ai rencontré des fossiles du lias, en deux points différents: dans le bassin de la Berre, d'abord sur sa rive gauche, dans la tranchée de la nouvelle route, avant la montagne de Saint-Victor; ils étaient dans des marnes schisteuses, placées sous les calcaires cariés; et plus loin, en remontant les gorges des moulins de Foujoncouse, au lieu appelé dans le pays, le Mourrel de Malvézy. J'en ai rencontré aussi entre Gléon et Villesèque, à l'extrémité de la montée, avant d'arriver à la croix qui domine le chemin; là se voient des marnes schisteuses avec *Pecten æquivalvis* et *Terebratula punctata*, Sow. Ces marnes sont intercalées entre les gypses et les calcaires magnésiens qui forment les sommités de ces régions. A quelques pas de là apparaît l'ophite.

L'ensemble de ce système de couches, qui, comme on le voit, est incontestablement liasique, recouvre le terrain houiller (avec ses grès rouges) de Durban, ce qui prouve que les grès rouges lie de vin de Durban appartiennent à un niveau inférieur au terrain crétacé et qu'ils ne peuvent être crétacés.

*Couches de Tuchan.* — Entre Durban et Tuchan les grès rouges lie de vin ne se montrent pas; le sol est formé par des schistes de transition. Mais en arrivant à la petite plaine de Tuchan, les grès rouges reparaissent; on les voit au pied du Tauch, s'étendant de

(1) D'Archiac, *Les Corbières*, etc., p. 216, année 1859.

Tuchan à Quintillan, en passant par Notre-Dame-de-Faste et Ségure.

A Ségure le terrain houiller montre de bas en haut :

| | |
|---|---|
| Terrain houiller de Tuchan. | 1° Houille.<br>2° Grès houiller grisâtre.<br>3° Argiles schisteuses avec empreintes végétales.<br>4° Houille.<br>5° Argiles schisteuses avec empreintes végétales.<br>6° Grès houiller grisâtre avec empreintes végétales.<br>7° Poudingue et grès rouge lie de vin. |

Ce grès rouge lie de vin, qui forme ici, comme à Durban, la partie supérieure du grès houiller, offre une pâte homogène, très compacte; les éléments constituants de cette roche ne sont pas généralement bien apparents à l'œil nu. En certains endroits, le grès est micacé, mais à lames de mica très petites. Sur le versant oriental du Tauch qui domine Ségure, on aperçoit ce grès jusqu'aux deux tiers de la hauteur de la montagne.

Le lias qui se développe à l'est de Tuchan, se montre aussi avec ses dolomies, ses marnes gypseuses, le long du Tauch, reposant sur les schistes de transition ou sur les grès houillers rouges.

En outre, sur les calcaires magnésiens et les gypses liasiques reposent des calcaires compactes néocomiens.

Le terrain crétacé inférieur constitue, comme on le voit, les parties élevées du Tauch, depuis sa base nord, aux environs de Ségure sur le chemin de Maisous, jusqu'à sa partie sud, aux environs de Padern. Quand de Ségure on gravit le Tauch, perpendiculairement à sa direction, on arrive à un petit plateau appelé l'Hospitalet de Faste, et l'on voit s'élever devant soi les grandes murailles surplombantes des parties supérieures de la montagne. Ce sont des calcaires compactes gris, remplis de cristaux de calcaire rhomboédrique, ayant une structure semi-marmoréenne. Ces grandes assises calcaires sont recouvertes par d'autres couches calcaires grises ou blanchâtres, décomposées à la surface par l'influence des agents atmosphériques, et découpées en pointes ou en arêtes aiguës.

C'est dans ces couches calcaires que l'on trouve des fossiles caractéristiques de la craie inférieure.

Les grandes assises des calcaires à Caprotines sont recouvertes par des couches d'un calcaire renfermant l'*Orbitolina discoidea* (Albin Gras), fossile de la craie inférieure. « Ces Orbitolines nous ont » paru être l'*Orbitolina discoidea*, Albin Gras, des calcaires de

» la Quille, et non l'*O. concava*, Lam., du col de Capella, ce qui » nous fait ranger ces calcaires du Tauch dans l'étage néocomien; » mais si des échantillons plus complets venaient modifier cette » détermination, ces mêmes couches représenteraient alors le qua- » trième étage de la formation supérieure (1), » horizon inférieur au *Cyclolites elliptica*. Dans la partie sud de la montagne de Tuchan, aux environs du Grau de Padern, les couches crétacées n'affectent pas les mêmes caractères que dans le reste de la chaîne. En effet, ici les calcaires à *Orbitolites discoidea* sont recouverts par des calcaires argileux à échinodermes du troisième étage de la craie supérieure, par conséquent encore d'un niveau inférieur au *Cyclolites elliptica*.

« La montagne du Tauch, dit M. le vicomte d'Archiac, allongée » du nord au sud, et qui limite à l'ouest la plaine de Tuchan, est » formée à son extrémité nord par le terrain de transition, tandis » que sa partie moyenne et méridionale appartient aux deux étages » de la craie inférieure. Le gypse et les dolomies de sa base orien- » tale dépendent du lias. Les couches plongent à l'ouest, et pré- » sentent leurs tranches au bassin de Tuchan, qui, malgré sa lar- » geur, serait une vallée monoclinale. M. Noguès a donné des » détails sur sa composition; mais les relations exactes de toutes » les assises crétacées qui la composent nous laissent encore quel- » que incertitude. Nous pensons que celles de l'étage néocomien à » *Orbitolina conoidea* doivent en constituer une partie, puisqu'au- » dessus viennent les calcaires compactes gris, avec cristaux de » chaux carbonatée, recouverts à leur tour par des calcaires à *Or-* » *bitolina discoidea*, qui occupent les points les plus élevés (2). »

Il résulte donc de l'ensemble des recherches géologiques qui ont eu les Corbières pour objet, que dans les bassins de Durban et de Tuchan, le terrain houiller avec ses grès rouges est recouvert par des roches liasiques. D'après leur position stratigraphique il est donc impossible de ranger dans le terrain crétacé les grès rouges lie de vin des environs de ces deux localités.

Ainsi se trouve réfutée l'hypothèse de M. Noblemaire.

*Conclusions.* — De tout ce qui précède, on doit conclure :

1° Que les grès rouges de San-Juan et de la Seu-d'Urgel ne sont pas crétacés ;

2° Que les grès rouges lie de vin de Durban et du bassin de

(1) D'Archiac, *Les Corbières*, etc., note de la page 193.
(2) Id., *ibid.*, p. 193.

Tuchan sont recouverts par d roches incontestablement liasiques;

3° Que celles-ci sont recouvertes au Tauch par les assises de la craie inférieure;

4° Que par conséquent les grès rouges lie de vin de Durban et du bassin de Tuchan ne sont pas crétacés;

5° Qu'ils ne peuvent représenter, dans les Corbières, les couches à *Cyclolites elliptica* de Coustouge et d'Amélie-les Bains (Pyrénées-Orientales).

6° Que les grès rouges des Corbières (Tuchan, Durban) ne peuvent être placés que dans la partie supérieure du terrain houiller.

*Tableau résumé.* — Le tableau qui suit présente l'ensemble des terrains ou groupes de terrains qui sont *superposés* aux environs de Tuchan et de Durban.

## *Tableau des terrains.*

### BASSIN DE TUCHAN.

- 1° Terrain crétacé . . .
  - 1° supérieur. 3e étage : calcaires argileux, à Échinodermes. (Padern).
  - 2° inférieur.. Tauch.
    - 1er étage : calcaires à Caprotines. . . . . .
    - 2e étage : calcaires néocomiens. . . . . .
- 2° Terrain jurassique inférieur. } Lias,
  - 1° normal.
    - 1° superieur. Calcaires bleus et gris. Marnes schisteuses fossilifères. Grès.
    - 2° inférieur.
  - 2° modifié. . . . . Calcaires magnésiens. Marnes gypseuses. Gypses.
- 3° Terrain de transition.
  - 1° houiller . . . . . 1° Grès rouge et pondingue. 2° Grès grisâtre. 3° Schistes argileux. 4° Houille.
  - 2° dévonien. . . . . Schistes argileux satinés. Calcaires.

Roches éruptives. . . . . } Porphyres de Ségure.

### BASSIN DE DURBAN.

- 1° Terrain tertiaire. . . } inférieur. . . sous-nummulitique. Calcaires gris et rougeâtres. Marnes rouge lie de vin. Grès gris et grès rougâtres.
- 2° Terrain jurassique inférieur. } Lias,
  - 1° normal.
    - 1° supérieur. Calcaires gris et bleus. Marnes schisteuses fossilifères. Grès.
    - 2° inférieur.
  - 2° modifié. . . . . Calcaires magnésiens. Marnes gypseuses et gypses.
- 3° Terrain de transition.
  - 1° houiller. . . . . 1° Grès rouges. 2° Grès grisâtres. 3° Schistes argileux. 4° Houille.
  - 2° dévonien. . . . . Schistes argileux satinés. Calcaires.

Roches éruptives. . . . . } Ophites amygdaloïdes de Villesèque, Durban.

M. d'Archiac présente la communication suivante au sujet des observations qui ont été faites par M. l'abbé Pouech :

*Note sur les fossiles recueillis par M. Pouech dans le terrain tertiaire du département de l'Ariége;* par M. d'Archiac.

INTRODUCTION.

A l'appui du mémoire important qu'il vient de publier dans le *Bulletin* (vol. XVI, p. 381) sur le terrain tertiaire du département de l'Ariége, M. l'abbé Pouech nous a adressé, au mois de mars dernier, une collection très considérable de fossiles recueillis par lui dans ces mêmes dépôts. L'ordre dans lequel les échantillons étaient rangés se rapportant exactement à la série des couches de la coupe stratigraphique jointe à son travail, il devenait facile de se rendre compte de la succession des diverses faunes et des changements qu'elles avaient éprouvés. Les observations de l'auteur ne se sont point bornées au voisinage immédiat du profil tracé du Fossat à Aillères, mais elles ont embrassé toute la zone tertiaire qui traverse le département de l'E.-S.-E. à l'O.-N.-O.; de sorte que sa collection, de beaucoup la plus riche que nous ayons encore vue de ce pays, est un jalon précieux qui nous fait connaître la faune tertiaire d'une portion considérable de la grande bande qui longe le pied nord des Pyrénées entre la Méditerranée et l'Océan.

Nous suivrons exactement, dans l'énumération de ces fossiles, les divisions et les dénominations stratigraphiques de M. Pouech, afin que nos listes soient la contre-partie ou le complément paléontologique de sa description stratigraphique. Il en résultera, à la vérité, quelques répétitions; mais cet inconvénient nous paraît être plus que compensé par l'avantage de pouvoir toujours mettre les fossiles en regard des couches et des localités d'où ils proviennent. Quelques remarques générales que nous placerons à la fin de ces listes les résumeront pour le lecteur, et permettront de coordonner le tout avec la classification théorique adoptée dans les régions voisines de celle-ci.

L'abondance des matériaux n'a pas toujours pu malheureusement suppléer au mauvais état des échantillons presque constamment brisés, incomplets, ou à l'état de moules déformés, imparfaits, revêtus d'une partie de test altéré, et ne donnant alors ni les caractères intérieurs ni ceux de la surface. Si, d'une part, le nombre des individus recueillis dans des localités et dans des assises différentes nous a permis un contrôle utile et indispensable,

même pour éviter les doubles emplois, de l'autre, cette circonstance n'a pas toujours suffi pour nous donner la certitude de l'identité de certaines espèces avec celles d'autres pays plus ou moins éloignés. La précision des caractères nous faisant défaut, nous nous sommes borné à indiquer que l'espèce est voisine de celle avec laquelle nous la comparons, ou bien à faire suivre le nom d'un point de doute? Il ne s'agit pas ici d'ailleurs d'un travail absolument zoologique qui se réduirait à peu de chose avec de pareils éléments, mais de donner une idée approximative et générale d'une faune jusqu'à présent peu connue.

Pour simplifier ce travail préparatoire, nous avons seulement placé, sauf dans quelques cas particuliers, un nom d'auteur après chaque espèce déjà décrite, sans y joindre de synonymie, de titres d'ouvrages, d'indications de pages, planches, figures, etc., qui auraient pris ici beaucoup de place sans nécessité, nous proposant de revenir sur ce sujet dans un mémoire qui comprendra à la fois les fossiles tertiaires et secondaires des départements de l'Aude et de l'Ariége.

Dans ce qui suit, notre savant confrère, M. Lartet, a bien voulu se charger de déterminer les ossements de mammifères et de reptiles; M. Valenciennes a eu l'extrême obligeance d'examiner les restes de poissons, et M. Ad. Brongniart ceux de végétaux.

## LISTES STRATIGRAPHIQUES DES ESPÈCES.

### SÉRIE I.

Assise 2, de Carla-le-Comte.

*Rhinoceros* (*Acerotherium tetradactylus* de Sansan). Deux grandes incisives inférieures, trois mâchelières inférieures (quatrième prémolaire, antépénultième et pénultième molaires); portion de la branche dentaire de la mâchoire inférieure et un autre fragment de mandibule.

Cette espèce, suivant M. Pomel, serait différente du Rhinocéros d'Auvergne et de celui du bassin de Mayence, qui ont été rapportés au même sous-genre *Acerotherium*.

### SÉRIE II.

Division C. Assise 10, bancs *c*, *d*, *e*.

*Helix Vialai*, de Boissy. — Mousque, quartier des Estrades, id. d'Arlong, commune des Bordes.

— *jantinoides*, id. (*H. olla*, M. de Serres). — Ib., ib., ib.

*Helix*, nov. sp.? — Quartier des Estrades.

Petite espèce globuleuse, rappelant les *H. pisum* et *Orbignyana*, Math.

*Cyclostoma formosum*, Boubée (*C. aquensis*, Math., *C. elongatum*, M. de Serres, *C. formosum*, var. *minor*, Noul.). — Ib., ib., ib., et assise n° 8, à Roquebel.

*Planorbis planatus*, Noul. (*P. planulatus*, M. de Serres)? (1). — Ib., ib., ib.

— *castrensis*, id.?. — Ib., ib., ib.

— *crassus*, M. de Serres. — Quartier des Estrades.

— nov. sp.?. — Quartier d'Arlong.

Petite espèce voisine du *P. massiliensis*, Math..

*Lymnæa orelongo*, Boubée (*L. elongatus*, M. de Serres). — Quartiers des Estrades et d'Arlong.

*Cyclas*, indét. — Ib.

Petite coquille rappelant la *C. rivalis*, Drap., mais un peu plus haute.

Débris de vertébrés du quartier des Estrades, près Sabarat.

Dent dont la couronne, incomplétement dégagée de la roche, offre assez le *facies* extérieur et la structure intérieure d'une canine de mammifère, mais dont l'extrême minceur de l'émail, la forme symétrique de la couronne et l'absence de toute arête sur la face visible, s'opposent à ce rapprochement. Un examen au microscope de la structure de l'émail pourrait éclairer à cet égard.

Un fragment d'os indéterminé.

Des fragments de carapace, pouvant être rapportés à une Tortue (Émyde??) énorme.

Les débris de plantes trouvés dans cette assise sont des empreintes :

1° D'une feuille de la dimension d'une feuille de vigne à nervures digitées comme celles des Érables, des Platanes, des Paulownia, etc., mais dont les lobes sont très peu marqués et que le mode de division des nervures éloigne des véritables *Acer*, si fréquents dans les dépôts tertiaires ;

2° D'une autre feuille moins déterminable encore, du moins spécifiquement, quoique d'une forme très ordinaire, rappelant celle des feuilles de Saule ;

3° Enfin de quelques empreintes de plantes dicotylédones et mono-

---

(1) Il est à regretter que M. Noulet, qui a publié plusieurs mémoires fort intéressants sur les coquilles fluviatiles et terrestres du midi de la France, ne les ait pas toujours accompagnés de planches représentant les espèces. M. Boubée, de son côté, avait aussi nommé plusieurs coquilles sans les figurer, et M. Marcel de Serres a donné, d'un certain nombre d'entre elles, des dessins insuffisants ; on conçoit d'après cela qu'il puisse nous rester quelque incertitude sur nos déterminations.

cotylédones dont les caractères vagues ne permettent aucune conclusion.

SÉRIE III.

DIVISION B. ASSISE 15.

*Milliola* (*Biloculina*, *Triloculina*, *Quinqueloculina*). — La Bourguère, Pépiane. les Bordes.
*Rotalia*, indét. — Ib., Ib.
*Robulina*, indét. — Ib., ib.
*Nonionina*, indét. — Ib., ib.
*Alveolina ovoidea*, d'Orb. — Ib., ib., les Bordes.

Voyez, pour la synonymie de cette espèce, *Descript. des anim. foss. du groupe numm. de l'Inde*, p. 349.

*Operculina ammonea*, Leym. — Villeneuve-du-Bosc.
— *canalifera*, d'Arch. — Lieurac, les Bordes.
*Nummulites perforata*, d'Orb., sous-var. *α*, d'Arch. et J. Haime. — Lieurac.

C'est le seul échantillon de cette espèce qui ait été constaté jusqu'à présent dans toute la zone nummulitique orientale.

— *Lucasana*, Defr. — La Bourguère, Pépiane.
— *id.*, var. *a*. — Les Bordes.
— *Ramondi*, Defr. — La Bourguère, Pépiane.
— *id.*, var. *d*. — Les Bordes, Lagarde.
— *Guettardi*, d'Arch. et J. Haime. — La Bourguère, Pépiane. Lieurac, Leran.
— *id.*, var *a*. — Lieurac.
— *biaritzensis*, d'Arch. — La Bourguère, Pépiane, les Bordes, Villeneuve-du-Bosc, Lieurac, Lagarde.
— *id.*, var. *minor*. — Ib., ib.
— *striata*, d'Orb. — La Bourguère, Pépiane.
— *id.*, var. *a*. — Ib.
— *Leymeriei*, d'Arch. et J. Haime. — Les Bordes, Lieurac.
*Orbitolites complanata*, Lam. — La Bourguère, Pépiane.
*Orbitoides submedia*, d'Arch. — Les Bordes, Villeneuve-du-Bosc, Lieurac.
*Trochocyathus sinuosus*, Milne Edwards et J. Haime. — La Bourguère, Pépiane, les Bordes.
— *irregularis*, id., id.?? *an* nov. sp ? — Ib., ib., Villeneuve-du-Bosc, Lieurac, la Bastide-sur-l'Hers (1).
— *pyrenaicus*, id., id. (*Turbinolia calcar*, var. *a*, d'Arch.) — Saint-Jean-de-Verges.

Les échantillons, plus ou moins déformés, ne laissent pas

(1) Nous suivons pour le nom de cette rivière l'orthographe adoptée par M. Pouech, mais sur toutes les cartes que nous connaissons nous trouvons écrit *Lers* ou l'*Ers*.

distinguer nettement la crête dentelée. Quelques individus sont à peine comprimés. Si la courbure n'était constamment dans le sens du grand axe, on pourrait prendre ce fossile pour le *T. subundosus*, d'Arch.

*Trochocyathus*, nov. sp. — La Bastide-sur-l'Hers.

Cette belle espèce n'est pas rare dans les marnes bleues de Coustouge (Aude).

*Cyclolites*, indét. — La Bourguère.

Empreinte de la base d'une grande espèce très voisine de la *C. elliptica*, Lam.

*Cidaris?* radiole voisin du *C. acicularis*, d'Arch. — Villeneuve-du-Bosc.

*Echinanthus*, indét., voisin de l'*E. subrotundus*, Des. (*Pygorhynchus*, id., Cott.), mais plus haut et plus conoïde. — Lieurac.

*Conoclypus pyrenaicus*, Cott. — La Bourguère, les Bordes, Pépiane.

— indét. — Ib., ib.

Espèce très voisine du *C. anachoreta*, Agass.

— indét. — Lieurac.

Espèce voisine du *C. conoideus*, Agass., mais plus allongée, et dont la base est plus elliptique.

*Schizaster beloutchistanensis*, d'Arch. — Montégut.

*Lunulites punctatus*, Leym — La Bourguère, Pépiane, les Bordes, Villeneuve-du-Bosc.

*Eschara*, indét. — Les Bordes.

*Teredo Tournali*, Leym. — La Bourguère, Pépiane, les Bordes, Saint-Jean-de-Verges.

*Pholadomya Puschii*, Gold. — Ib., ib.

*Panopæa pyrenaica*, d'Orb. (*P. elongata*, Leym.). — Villeneuve-du-Bosc.

*Solen*, indét. — La Bourguère.

Fragment de moule ressemblant au *Solen vagina*, Lam.

— *rimosus*, Bell. — La Bastide-sur-l'Hers.

*Solecurtus?* nov. sp. — Pépiane.

Espèce plus grande et moins inéquilatérale que le *S. elongatus*, Bell.

*Mactra dubia*, d'Arch.

*Crassatella securis*, Leym. — Pépiane.

— *rostrata*, Desh.? — Saint-Jean-de-Verges.

— indét. — Ib.

*Corbula cazalensis*, nov. sp. — Le Cazal.

Espèce intermédiaire entre les *C. exarata*, Desh., et *harpa*, d'Arch.

— *gallica?* Lam. — La Bourguère.

*Corbula*, indét. — Ib.

Fragment d'une espèce voisine des *C. longirostris*, Desh., et *umbonella*, id., mais plus grande.

— indét. — Ib.

Forme de la *C. pisum*, Sow.

— indét. — Montégut.

Moule d'une espèce rappelant la *C. angulata*, Sow., mais de plus grande taille.

*Psammobia rudis?* Desh. — Pépiane.

— ? nov. sp. — La Bourguère.

Espèce voisine de la *P. Fischeri*, Héb. et Renev., mais beaucoup plus grande.

— ? indét. — Montégut.

— ? indét. — Lieurac.

*Corbis lamellosa*, Lam. — Les Bordes.

*Tellina prælonga*, Bell. — La Bourguère.

*Lucina pseudoargus*, var. *a*, d'Arch. — Ib.

Ce moule a la plus grande analogie avec celui que donnerait la *L. argus*, Mellev.; mais par sa forme plus haute il se rapproche davantage de la coquille de l'Inde, dont nous ne connaissons point d'ailleurs les caractères intérieurs.

— *gigantea*, Desh. — Leran.

Moule très fruste de la taille et des dimensions de la *L. argus*, Mellev., mais pouvant également provenir de l'espèce à laquelle nous le rapportons.

— *mutabilis*, Lam. — Ib.

Moules très frustes aussi.

— indét. — Pépiane.

Moule voisin de celui de la *L. concentrica*, Lam.

— indét. — Ib.

Moule voisin de la *L. bipartita*, Desh.

— indét. — Ib.

Moule très oblique.

— indét. — Montégut.

*Cyrena*, nov. sp. — Saint-Jean-de-Verges.

Espèce rappelant le *C. semistriata*, Desh.

*Cytherea custugensis*, Leym. (*Venus*, id., d'Orb.). — Pépiane, Saint-Jean-de-Verges.

— *incrassata*, Sow.? — Leran.

— *nitidula*, Lam. — La Bourguère, Montégut.

— — var. oblique. — Ib.

— *suberycinoides*, Desh. — Montégut.

— indét. — Montégut.

*Venus Everesti*, d'Arch.?. — Pépiane.
— *striatissima*, Bell. — Ib.
— *subeveresti*, d'Arch. — Villeneuve-du-Bosc.
— *subpyrenaica*, Leym. — La Bourguère.
— indét. — Ib.

*Cardita acuticostata* (*Venericardia*, id., Lam.)?. — Pépiane, la Bourguère, Villeneuve-du-Bosc, la Bastide-sur-l'Hers, Pereille.

Les moules, toujours plus ou moins incomplets et revêtus d'une portion de test altéré, ne permettent pas de bien juger des caractères de la coquille. Les individus jeunes et ceux de moyenne taille semblent bien se rapporter à l'espèce du calcaire grossier, par leur forme générale ; mais les vieux individus, qui ont 5 centimètres de haut sur 4 1/2 de large, pourraient faire douter de ce rapprochement. Quoi qu'il en soit, tous les échantillons provenant de cette assise et ceux que nous citerons dans les suivantes appartiennent certainement à la même espèce, l'une des plus répandues dans le groupe nummulitique de cette région.

— *minuta*, Leym. (*Venericardia*, id.). — La Bourguère, Montégut.
— *vicinalis*, id. — Les Bordes, Montégut, la Bastide-sur-l'Hers
— nov. sp. — Pépiane.
— indét. — Ib.

Voisine de la *Venericardia complanata*, Desh., mais plus carrée.

— indét. — Lieurac.

Moule probablement de la *Venericardia multicostata*, Desh., mais peu différent aussi de celui que doit donner la *C. Perezi*, Bell.

*Cardium hybridum*, Desh.?. — La Bastide-sur-l'Hers.

Très gros individu fruste, dépourvu des lamelles verticales qui devaient surmonter les côtes.

— *porulosum*, var. *c*, Lam.?. — Les Bordes.
— *Salteri*, d'Arch. — Pereille.
— nov. sp. — La Bourguère, Pépiane.

Forme voisine du *C. Greenoughi*, d'Arch.

— nov. sp. — Ib., ib.

Forme globuleuse rappelant celle de la *Lucina Vicaryi*, id. Ces deux espèces, dont on peut reconnaître que le test était mince, couvert de stries rayonnantes, fines et régulières, sont très voisines, si même elles ne sont pas des variétés l'une de l'autre (1).

---

(1) Ces formes et quelques-unes des suivantes rentrent probable-

*Cardium*, nov. sp. — Pépiane, les Bordes.

Nous réunissons ici plusieurs moules plus ou moins déformés d'une espèce qui se rapproche des *C. Picteti*, d'Arch., et *ambiguum*, J. de C. Sow., et qui était de même ornée de stries rayonnantes, égales, comme les espèces de l'Inde.

— nov. sp. — La Bourguère, les Bordes, Saint-Jean-de-Verges, Villeneuve-du-Bosc.

Espèce très voisine du *C. obliquum*, Lam., mais avec une carène plus prononcée.

— nov. sp. — Ib., ib.

— nov. sp. — Ib.

Peut-être ces deux dernières formes ne sont-elles que des modifications de la précédente, par suite de l'allongement du crochet et du rétrécissement proportionnel de la coquille. Ces divers moules, bien qu'assez complets, ont d'ailleurs tous subi des déformations par des pressions exercées en divers sens, ce qui les rend difficilement comparables entre eux.

— nov. sp. — Ib., Pépiane, Montégut, les Bordes, Villeneuve-du-Bosc.

Petite espèce très transverse, tronquée en avant.

— indét. — Ib.

Forme voisine du *C. rachitis*, Desh.

— nov. sp. — Les Bordes.

Espèce voisine du n° 7, mais plus équilatérale et plus transverse.

— nov. sp. — Pépiane.

Forme voisine du *C. discors*, Lam.

— nov. sp.?. — Saint-Jean-de-Verges.

Peut-être n'est-ce encore que des individus devenus par la compression plus déprimés et plus obliques que le n° 6. Il faudra comparer un plus grand nombre d'échantillons pour être fixé sur les véritables caractères de ces diverses formes si souvent accidentelles.

— nov. sp.?. — Saint-Jean-de-Verges.

Petite espèce ovalaire qui semble avoir été couverte de stries transverses, ponctuées, analogues à celles des *Trigonocœlia*.

---

ment dans celles auxquelles Alc. d'Orbigny a donné les noms de *C. Astierianum*, *Van den Heckei*, *nicense*, *baremensis*, et qui proviennent des environs de Castellane et de Nice ; mais malgré l'obligeance de M. A. Gaudry à nous guider dans la collection de d'Orbigny, nous n'avons pu adopter un seul de ces noms, les échantillons n'étant point étiquetés, et souvent ceux d'espèces distinctes se trouvant mêlés dans le même carton.

*Cardium*, nov. sp.?. — La Bourguère, Pépiane.

Moule d'une assez grande espèce de la forme du *C. hippopæum*, Desh.

— indét. — Leran.

Moule dont la forme générale et les dimensions rappellent le *C. gratum*, Defr.

*Cypricardia incerta*, d'Arch. — La Bastide-sur-l'Hers.

— indét. — La Bourguère.

Espèce voisine de la *C. faba*, d'Arch.

*Arca quadrilatera*, Lam. — Pépiane.

— *Van den Heckei*, Bell?. — Ib.

— indét. — Ib.

Voisine des *A. peethensis* et *Burnesi*, d'Arch.

— indét. — Ib.

Petite espèce fort allongée, très oblique et carénée.

*Pectunculus pulvinatus*, Lam.??. — Saint-Jean-de-Verges.

Très mauvais échantillons.

*Nucula ovata*, Desh.? — La Bastide-sur-l'Hers.

— *margaritacea*, Lam. — Pépiane.

*Chama granulosa*, d'Arch. — Villeneuve-du-Bosc.

— *laticostata*, Bell. — La Bastide-sur-l'Hers.

— *ponderosa?*, Desh. — La Bourguère, Villeneuve-du-Bosc.

— indét. — Ib.

*Mytilus acutangulum*, Desh.?. — La Bourguère, Pépiane.

Moules assez nombreux se rapprochant du moins beaucoup de cette espèce.

— nov. sp. — Ib.

Moule voisin du *M. tenuistriatus*, Mellev. (*M. Mellevillei*, d'Orb.).

— nov. sp. — Ib.

Moule fort étroit et très haut.

— nov. sp. — Ib.

Moule incomplet d'une espèce qui, par sa forme, rappelle le *M. plicatus* (*Modiola*, id., Sow.), et qui présente des rudiments de stries divariquées sur la région postérieure.

*Pecten*, nov. sp. — La Bourguère.

Petite espèce très allongée dans le sens de la hauteur.

— indét. — Ib.

Une seule valve voisine du *P. mitis*, Desh.

— indét. — Ib., Montégut.

Nous connaissons plusieurs valves peu complètes provenant de cette assise et des suivantes, et qui appartiennent certaine-

ment à la même espèce, mais qu'il n'est guère possible de rapporter au *P. infumatus*, Lam., plutôt qu'au *P. plebeius*, id.

*Spondylus bifrons*, de Munst., Gold. — Pépiane.
— ?, indét. — Lieurac.
*Ostrea inscripta*, d'Arch. — Lieurac.
— *multicostata*, Desh. — La Bourguère, Pépiane, les Bordes, Montégut, Saint-Jean de-Verges, Villeneuve-du-Bosc, Lieurac, Lagarde.

L'examen d'un grand nombre d'échantillons des départements de l'Aude et de l'Ariége nous les fait regarder comme identiques avec l'espèce que nous avons figurée sous le même nom (*Descript. des animaux foss. de l'Inde*, p. 273, pl. 14, fig. 14), et que M. J. de C. Sowerby avait désignée sous celui d'*O. flabellulum* (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e série, vol. V, pl. 25, fig. 18), la croyant sans doute identique avec l'*O. flabellula*, Lam. Les individus jeunes, de forme gryphoïde, conservent quelquefois ce caractère en vieillissant, et l'on a alors la coquille que le même auteur a nommée *O. angulata* (*Ib.*, pl. 25, fig. 17). Nous avons sous les yeux plusieurs individus de cette forme. Nous croyons en outre que cette espèce, assez voisine aussi de l'*O. virgata*, Gold., si même elle n'est identique, est celle du bassin de la Seine. Mais, quoi qu'il en soit, nous ne pensons pas qu'elle puisse, en aucune manière, être assimilée à la var. *a* de l'*O. bellovacina*, Lam., comme l'admettent MM. Raulin et Delbos (*Bull. Soc. géol.*, 2e série, vol. XII, p. 1158, 1855).

— *pyrenaica*, d'Orb. — La Bourguère, Pépiane, Lieurac, etc.

Voyez, pour la synonymie de cette espèce : *Histoire des progrès de la géologie*, vol. III, p. 274, 1850, et Raulin et Delbos (*Extrait d'une monographie des Ostrea*, etc., *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, vol. XII, p. 1154, 1855). Les dimensions de cette coquille sont d'ailleurs beaucoup plus considérables que ne l'indiquent ces auteurs. ; elle atteint souvent $0^m,25$ de haut sur $0^m,22$ de large et $0^m,18$ d'épaisseur. Le test de la valve inférieure, qui n'a pas alors moins de $0^m,10$, montre que la place occupée par l'animal était comparativement assez restreinte.

— *tubifera?*, J. de C. Sow. var. — Lagarde.

Les échantillons que nous rapportons à cette espèce ne présentent pas de tubes proprement dits, soit qu'ils aient été brisés ou usés, soit qu'ils n'aient jamais existé. Les lames du test sont seulement relevées, et ondulées, de manière à former des plis arrondis de distance en distance.

*Anomia*, indét. — Lieurac, Lagarde.
*Dentalium*, indét. — La Bourguère.
*Pileopsis cornucopiæ*, Lam. — Ib., Pépiane.

*Calyptræa trochiformis*, id. — Ib., Saint-Jean-de-Verges, Lieurac.
*Achatina nummulitica*, nov. sp. — Ib.

Malgré les doutes que doit inspirer la présence d'un moule de coquille terrestre au milieu d'un dépôt aussi exclusivement marin, il est impossible de rapporter à un autre genre celui que nous avons sous les yeux, et qui a près de 6 centimètres de hauteur. Le nombre des tours, qui devait être de 9 ou 10, leur peu de hauteur et l'ouverture petite, nous empêchent, quant à présent, de le rapporter à l'*A. costellata*, F. Edw. (*Bulimus costellatus*, Sow.), des couches lacustres de Binstead, île de Wight.

*Nerita Schmideliana*, Chemn. — Ib., Montégut.
*Natica acutella*, Leym. — Ib., Pépiane, Montégut.
— *albasiensis*, id. — Montégut.
— *id.*, var. *elongata*. — Ib.
— *brevispira*, id. — La Bourguère, Pépiane, les Bordes, Pereille.
— *longispira*, id. — Ib., ib., Saint-Jean-de-Verges, Pereille.
— *patula*, Lam. — Ib., la Bastide-sur-l'Hers.
— *Pouechi*, nov. sp. — Ib., Les Bordes, Montégut.

Cette espèce, voisine et presque de la taille de la *N. hybrida*, Desh., s'en distingue surtout par sa forme plus élevée, le dernier tour moins arrondi, le bord droit très peu oblique et presque parallèle à l'axe par suite de l'aplatissement du dernier tour. Ce bord, très épais au sommet, rétrécit l'ouverture, proportionnellement fort petite.

— *sigaretina*, Desh. — Ib., ib. — La Bastide-sur-l'Hers.
— *sphærica*, Desh.?, an *perusta*, Brong.?. — Ib., Leran, Carla-de-Roquefort, près Lieurac.
— nov. sp. — Montégut.

Espèce voisine de la *N. acutella*, Leym., mais plus petite et de forme plus élancée.

*Tornatella ?*, indét. — Ib.

Moule incomplet d'une assez grande espèce.

*Trochus hersensis*, nov. sp. — Leran.

Espèce voisine des *T. nicensis* et *lævissimus*, Bell.

— nov. sp. — Montégut.

Espèce voisine du *T. subcarinatus*, Lam.; peut-être est-ce le *T. Getus*, d'Orb.?.

*Turbo*, nov. sp. — Ib.

Voisin du *T. denticulatus*, Lam.

*Turritella imbricataria*, Lam.? — Pépiane, Montégut?

Moules incomplets.

— *id.*, var. B?. — Ib.

*Turritella, corbarica*, d'Orb.? — Les Bordes.

Voyez : *Les Corbières*, etc., p. 296-88. *Nota.* — L'examen des échantillons de la collection de d'Orbigny nous a peu éclairé à cet égard. L'absence de noms sur les étiquettes et souvent le mélange évident des espèces dans les cartons ôte toute certitude à leur détermination.

— *Duvalii*, var. Alex. Rou. — Pépiane.
— *id.*, var. *a.* — Montégut.
— *subsulcifera*, nov. sp. — La Bastide-sur-l'Hers.
— indét. — Villeneuve-du-Bosc.

*Cerithium bordesense*, nov. sp. — Les Bordes.

Cette coquille, quoique incomplète, est remarquable par le canal profond de la base du dernier tour, comme dans le *C. spiratum*, Lam., dont elle se distingue d'ailleurs par sa forme générale plus courte, non fusoïde, et sa spire non canaliculée.

— *involutum*, Lam. — Montégut.
— *id.*, var. *a.* — Ib.
— *Leymeriei*, d'Arch. (*C. giganteum?*, Lam., Leym., 1846; *C. Leymeriei*, d'Arch., *Hist. des progrès de la géol.*, vol. III, p. 288, 1850; *C. athleta*, d'Orb., *Prodrome*, p. 319, 1850; *C. Leymeriei*, Bell., 1852. — Pépiane.
— *Paresi*, d'Arch. (*in* Viquesnel, *Voyage dans la Turquie d'Europe*, pl. 25, fig. 4). — Ib.
— *stephanophorum*. Desh.? — Montégut.
— *sublamellosum*, d'Arch. — Ib.
— nov. sp.? — Pereille.

Espèce assez voisine du *C. subangulosum*, Bell., et dont nous trouverons des échantillons dans plusieurs assises, mais toujours mal caractérisés ou à l'état de moule.

— ? nov. sp. — Villeneuve-du-Bosc.

Moule incomplet d'une coquille ovoïde ou pupiforme, très courte, rappelant un peu la *Nerinea supracretacea*, Bell.

*Pleurotoma*, indét. — Pépiane.

*Fusus longævus*, Lam.? — Les Bordes.
— nov. sp. — Pépiane.

Espèce voisine du *F. serratus*, Lam., mais dont les côtes sont moins nombreuses, plus relevées, traversées par deux cordelettes principales, l'une d'elles réunissant les tubercules

— indét. — Pépiane.

Voisin du *F. tenuis*, Desh.

*Pyrula nexilis*, Lam. — La Bourguère.
— indét. — Ib.

Fragment rappelant la *P. rusticula*, Bast.

*Rostellaria*, indét. — Pépiane.

*Rostellaria*, indét. — Ib.
— indét. — La Bastide-sur-l'Hers.
*Cassidaria carinata*, Lam.? — La Bourguère.
*Harpa bastidensis*, nov. sp. — La Bastide-sur-l'Hers.

Petite espèce voisine de l'*H. mutica*, Lam., mais plus allongée.

*Voluta ambigua*, Lam., var. A (Alex. Rou.), non id. Sow. — La Bourguère, les Bordes, Montégut.
— *cythara*, id. — Pépiane.
— *mitrata*, Desh., var.? — Montégut, la Bastide-sur-l'Hers.
— *muricina*, Lam., var. *a*, Desh.? — La Bourguère.
— *tricorona*, Sow.? — Ib.
— *trisulcata*, Desh.? — Ib.
*Ovula Tallavignesii*, nov. sp. — Pépiane.

Espèce assez grande, pyriforme, allongée, dont nous avons vu, dans la collection de M. Deshayes, un échantillon plus complet que le nôtre, trouvé par Tallavignes aux environs d'Albas (Aude).

— indét. — Ib.

Fragment de la partie supérieure d'une très grosse espèce, pouvant provenir aussi bien de l'*O. tuberculosa*, Duclos, ou var. *Coombii* (*Cypræa*, Sow., F. Edw.), de Bracklesham, que de l'*O. depressa*, d'Arch., de l'Inde, et du *Strombus giganteus*, Gold., du Kressenberg.

*Cypræa sulcosa ?*, Lam. — Ib.
— *prælonga*, Bell. — Ib.
— indét. — Ib., la Bastide-sur-l'Hers.

Espèce voisine de la *C. Granti*, d'Arch.

*Terebellum Braunii* (*Terebellopsis*, id., Leym). — Pépiane, les Bordes.
— *fusiforme*, Lam. — Ib.
— *longiscatum*, nov. sp. — Ib.

Espèce du type du *T. Braunii*, mais beaucoup plus étroite et plus allongée.

— indét. — Ib.
— indét. — Montégut.
*Nautilus*, indét. — Ib.

Moule déformé voisin de *N. imperialis*, Sow.

— indét. — Ib.

Moule également déformé, voisin du *N. subfleuriausianus*, d'Arch.

*Oxyrhina leptodon*, Ag.?. — La Bourguère.
*Lamna compressa*, id. — Ib.
— *dubia*, id. — Ib.
— ou *Otodus ?*. — Ib.
*Sphærodus ?*. — Ib.

*Myliobates suturalis* ou *toliapicus*, Ag. ?. — Ib.
— *goniopleurus*, id.?. — Ib.
Fragments d'os ou de boucliers osseux?. — Ib.
Dents, indét., mais appartenant à un groupe de poissons très différents des précédents.

Division F. Assise 16. (Tous les fossiles de cette assise proviennent de la localité des Bordes.)

*Operculina granulosa*, Leym.
*Bourgueticrinus Thorenti*, d'Arch. (1846-1850), *Conocrinus*, d'Orb. (1850).

M. Eug. Sismonda (*in* Bellardi, *Mém. Soc. géol. de France*, 2e série, vol. IV, p. 263, pl. 21, fig. 1 et 2, 1852) a rapporté avec doute des articulations de ce crinoïde à des osselets d'Astérie (*Goniaster*); Ed. Forbes (*Monogr. of the echinodermata*, etc., *Paleont. Soc.*, 1852, p. 36) le décrit sous le nom de *Bourgueticrinus londinensis*.

Radiole de *Cidaris?*, très petit, cylindrique, strié.
*Serpula*, 3 espèces indét.
*Idmonæa triquetra*, Gal., Nyst (*non id.* Lamour.), *Crisisina*, id., d'Orb.
— *Petri*, d'Arch.
*Pustulopora* (plusieurs espèces).
*Eschara* (plusieurs espèces).
*Crassatella*, indét. — Moule figuré par M. Leymerie comme étant celui de la *C. scutellaria*, Desh.
*Lucina corbarica*, var. *regularis*, Leym. (*L. Coquandiana*, d'Orb.)

Ces moules, quoique très frustes, peuvent toujours être distingués de ceux de la *L. gigantea*, Desh., par leur plus grande épaisseur relative, surtout dans la région des crochets.

— id., var. *quadrata*, Leym. (*L. Leymerici*, d'Orb.).

Voyez, sur cette espèce et ses variétés : *Les Corbières*, etc., p. 105-313).

*Venus rubiensis*, Leym.
*Cardita acuticostata*, Lam.? (voy. *antè*, p. 789).
*Cardium hippopæum*, id., Desh. Portion de test paraissant appartenir à cette espèce.
*Spondylus radula*, id.
*Ostrea subcrepidula*, d'Arch. (voyez : *Les Corbières*, etc., p. 298-90 et *passim*, 1859).

Cette espèce, caractéristique du second étage nummulitique dans l'Aude comme l'*O. multicostata* l'est du premier, est très variable suivant l'âge et la station. Elle pourrait, dans certains cas, et surtout lorsqu'elle est jeune, être prise pour l'*O. crepidula*, Defr., comme semblent l'avoir fait MM. Rauliu et Delbos (*Bull. Soc. géol.*, 2e série, vol. XII, p. 1156,

1855), au moins pour les individus provenant de la zone nummulitique orientale. Elle s'épaissit en vieillissant sans s'élargir sensiblement; le talon de la valve inférieure s'allonge avec tout l'appareil cardinal, les valves s'allongent de même, et l'on finit par avoir une coquille qui rappelle singulièrement les individus jeunes de l'*O. crassissima*, Lam. Les individus, lorsqu'ils sont nombreux, groupés et gênés dans leur développement, se modifient réciproquement, sans cesser de conserver, surtout pour la valve supérieure, des caractères toujours comparables. Il serait possible que l'*O. lingua*, J. de C. Sow., du groupe nummulitique de l'Inde, ne fût qu'une modification de cette espèce.

*Nerita Schmideliana*, Chemn.
*Turritella carinifera*, Desh., var. *minor*.
— *imbricataria*, var. B, Lam.?

Moules imparfaits.

— *subsulcifera*, nov. sp.
— *subterebellata*, nov. sp.?.

Ce serait peut-être une variété de la *T. conoidea*, Sow., avec des stries non granuleuses.

*Fusus bulbiformis*, Lam. (type).
— — var. *c*.
— *maximus*, Desh. (*in* Alex. Rouault).

Ce fragment, quoique plus petit, se rapporte plutôt à cette espèce par le caractère de sa suture qu'au *F. Noe*, Lam.

DIVISION F, ASSISE 18.

*Milliola* (*Biloculina*, *Triloculina*, etc.). — Sabarat, calcaire à Milliolites des Bordes, et au sud du *banc à Operculines de Sabarat* (1).
*Alveolina ovoidea*, d'Orb. — Ib.
— *sphæroidea*, Cart. — Ib., calcaire à Milliolites des Bordes.

(Voy. pour la synonymie de cette espèce, *Descript. des anim. foss. du groupe numm. de l'Inde*, p. 348.)

*Operculina ammonea*, Leym. — Villeneuve-du-Bosc.
— *granulosa*, id. — Ib., Sabarat.

Ces deux espèces, qui ne sont peut-être que des variétés l'une de l'autre, constituent le *banc à Operculines de Sabarat*.

---

(1) Nous conservons ordinairement les dénominations portées sur les étiquettes de M. Pouech et en rapport avec celles de son mémoire; mais ne connaissant pas de Nummulites dans ce banc qu'il désigne sous le nom de *banc à Nummulites* et dont les échantillons sont presque exclusivement composés d'Operculines, nous avons cru devoir substituer cette dernière dénomination à celle de l'auteur.

*Nummulites Leymeriei*, d'Arch. — Ib.
*Phyllocœnia*, nov. sp. — Monplaisir, près Sabarat.
*Virgularia incerta*, d'Arch. — Saint-Jean-de-Verges.

Le *Graphularia Wetherelli*, Miln. Edw. et J. H. (*Pennatala*, J. de C. Sow.), de l'argile de Londres et de Barton, et la *Virgularia alpina*, d'Orb., des couches nummulitiques des environs de Castellane, ne sont probablement encore que des débris de la même espèce dont nous avons aussi rencontré des fragments dans le calcaire grossier du bassin de la Seine.

*Diplohelia raristella*, Miln. Edw. et J. Haime (*Diplohelia*, id.) (*Oculina*, id., *auctorum*). — Villeneuve-du-Bosc.
*Trochocyathus sinuosus*, Miln. Edw. et J. Haime. — Ib., la Bastide-sur-l'Hers.
— indét. — La Bastide-sur-l'Hers.
*Trochosmilia*, nov. sp., an *Trochocyathus irregularis*, Miln. Edw. et J. Haime?, *antè*, p. 786. — Villeneuve-du-Bosc.
*Bourgueticrinus Thorenti*, d'Arch. — Sabarat, banc à Operculines.
*Cidaris*, indét. — Saint-Jean-de-Verges.

Portion de plaque avec un gros tubercule montrant des caractères voisins des *C. nummulicita*, Eug. Sismonda *in* Bell., et *halaensis*, d'Arch.

Radioles de *Cidaris*, nov. sp. — Sabarat, banc à Operculines.

On peut distinguer, parmi ces baguettes ou radioles, cinq ou six formes qui peut-être proviennent seulement d'une ou deux espèces. Elles sont en général comprimées, couvertes de stries granuleuses sur les deux faces ou sur une seule, avec une rangée d'épines sur chaque angle, et deux ou trois sur la face qui n'a pas de stries granuleuses.

*Echinanthus subrotundus* (*Pygorhynchus*, id., Cott.). — Sabarat, au sud du banc à Operculines.
*Serpula quadricarinata*, de Munst. in Leym. — Ib., banc à Operculines, Villeneuve-du-Bosc.
*Lunulites punctatus*, Leym. — Villeneuve-du-Bosc.
*Eschara Leymeriei*, Mich. — Ib.
Plusieurs espèces indét. — Ib., Saint-Jean-de-Verges.

Une couche meuble de marne grise, remplie d'une multitude de bryozoaires, de *Bourgueticrinus*, de Serpules, etc., paraît faire partie de cette assise à Sabarat, à Saint-Jean-de-Verges et à Villeneuve-du-Bosc; mais comme nous avons vu aussi les mêmes espèces non moins abondantes et dans le même état de conservation, signalées dans l'assise n° 16 des Bordes, peut-être y aurait-il quelque confusion de gisement?

*Teredo Tournali*, Leym. — Villeneuve-du-Bosc, Sabarat, au sud du banc à Operculines, assises 18 et 19.
*Crassatella*, indét. — Ib.

Petite espèce renflée, plus courte et moins arquée que la *C. securis*, Leym.

*Lucina corbarica*, var. *regularis*, Leym. (*L. Coquandiana*, d'Orb.). Villeneuve-du-Bosc.

— nov. sp. — Ib.

Espèce très renflée, voisine de la *L. globulosa*, Desh., Héb. et Renev. — Ib., banc à Operculines.

— indét. — Ib.

Moule voisin de celui de la *L. saxorum*, Lam. — Banc à Operculines.

*Cytherea custugensis*, Leym. — Saint-Jean-de-Verges.

— id. variété renflée. — Ib.

— nov. sp. — Ib. (voy. Leym., pl. XV, fig. 2).

*Venus rubiensis*, Leym., variété un peu renflée. — Ib., Sabarat, au sud du banc à Operculines.

— id. var. plus grande. — Ib., assises 18 et 19.

*Cardita acuticostata* (*Venericardia*, id., Lam.). — La Bastide-sur-l'Hers.

Voy. les observations, *suprà*, p. 000.

— *elegans*, var. Lam.?. — Saint-Jean-de-Verges.

Nous rapportons, mais avec doute, à l'espèce du bassin de la Seine, des moules recouverts d'une portion de test qui diffèrent essentiellement de la *C. minuta*, Leym.

— *vicinalis*, Leym. — Sabarat, au sud du banc à Operculines, assises 18 et 19.

— indét. — Saint-Jean-de-Verges.

Fragment peut-être de la *C. trigona* (*Venericardia*, id., Leym.). C'est la seule trace de cette espèce que nous ayons encore rencontrée parmi les fossiles de ce département et de celui de l'Aude.

— indét. — Ib.

Moule voisin de la *C. multicostata* (*Venericardia*, id., Desh.) déjà citée, p. 789.

*Cardium*, nov. sp. — Sabarat.

Cette espèce déprimée rappelle un peu par sa forme, ses dimensions, le nombre et la grosseur des côtes, les caractères extérieurs du *Pectunculus pecten*, J. de C. Sow.

— indét. — Ib.

*Chama*, indét. — Saint-Jean-de-Verges.

— indét.

Moule peut-être des *C. rusticula*, Desh., ou *sulcata*, id.?. — Villeneuve-du-Bosc, Sabarat, au sud du banc à Operculines, assises 18 et 19.

*Spondylus bifrons*, de Munst., Goldf.—Ib., ib. (banc à Operculines).

— *lamellifer*, nov. sp. — Ib.

*Ostrea Archiaci*, Bell., non id. d'Orb. — La Bastide-sur-l'Hers.

Voy. pour la synonymie : *Descript. des anim. foss. du*

*groupe numm. de l'Inde*, p. 274. Le seul échantillon que nous ayons de l'Ariége semble, comme nous l'avions dit, rattacher cette coquille à l'*O. vesicularis*, Lam., Brong.

*Ostrea inscripta*, d'Arch. — Villeneuve-du-Bosc.

— *multicostata*, Desh.?. — Ib.

C'est probablement un individu gryphoïde très jeune.

— *pyrenaica*, d'Orb. — Saint-Jean de-Verges, Villeneuve-du-Bosc.

— *subcrepidula*, d'Arch. — Ib.

— *tubifera*, var. J. de C. Sow. — Ib.

*Terebratula Faujasii*, Rœm. — Sabarat, banc à Operculines.

(Voy. *Mém. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. III, p. 442.) Nous n'avons également trouvé qu'un individu de cette espèce microscopique parmi les bryozoaires et les rhyzopodes de cette couche. Deux individus de plus grande taille nous ont été donnés par M. Lartet et provenaient des couches crétacées supérieures de Monléon.

— *montolearensis*, Leym. — Ib.

— *tenuistriata*, id. — Ib.

*Pileopsis cornucopiæ*, Lam. — La Bastide-sur-l'Hers.

*Natica acutella*, Leym.?. — Saint-Jean-de-Verges.

Ce moule, plus grand et plus élevé que le type de l'espèce, présente aussi une suture plus profonde, et son dernier tour est plus convexe.

— *brevispira*, id. — Ib.

— *longispira*, id. — Ib.

— indét. — Ib.

Un seul individu de la taille ordinaire de la *N. acutella*, ayant le test encroûté, semble être plus voisin des *N. decipiens*, d'Arch., et *depressa*, Desh.

*Cerithium subverneuili*, nov. sp. — Saint-Jean-de-Verges, Carla de Roquefort.

— nov. sp.?. — Ib., Sabarat, au sud du banc à Operculines.

C'est l'espèce voisine du *C. subangulosum*, Bell., déjà citée, p. 794.

*Cassidaria?* — Saint-Jean-de-Verges.

*Ovula ellipsoides*, d'Arch.?. — Sabarat, banc à Operculines.

*Nautilus*, indét. — Ib., au sud du banc à Operculines, assises 18 et 19.

Peut-être est-ce un individu jeune du *N. Rollandi*, Leym.

DIVISION G, ASSISES 20 ET 21. (Tous les fossiles de ces deux assises proviennent de Sabarat.)

*Astræa*, indét.

— indét. — Espèce qui rappelle l'*A. distans*, Leym.

*Echinopsis*, voisin de l'*E. elegans*, Ag.

*Pygorynchus*, nov. sp.?. — Grande espèce elliptique, très déprimée, rappelant l'*Echinanthus Brongniarti*, Des.

*Serpula*, indét.

*Crassatella sabaratensis*, nov. sp. — Moules d'une coquille beaucoup plus allongée et plus oblique que ceux de la *C. securis*, Leym.

*Cardita vicinalis*, Leym. (*Venericardia*, id.)?.

*Cardium*, indét., de la forme du *C. granulosum*, Lam., var. *b*.

*Cypricardia*, nov. sp. — Moule d'une petite espèce très renflée.

*Arca*, indét.

Ce serait peut-être un grand individu de celle que nous avons rapprochée de l'*A. Van den Heckei* (p. 791). Elle n'est pas non plus fort éloignée de l'*A. rudis*, Desh.; mais le bord supérieur est largement arqué au lieu d'être anguleux à ses extrémités et relevé en arrière, comme dans la plupart des espèces du bassin de la Seine.

*Ostrea subcrepidula*, d'Arch. — Très vieil individu qui, s'étant développé librement, a pris une forme subgryphoïde.

— *tarbelliana*, d'Orb.

— *Anomia*, indét.

*Fissurella squamosa*, Desh.?. — Contre-empreinte assez imparfaite qui n'est pas éloignée non plus des *F. labiata*, Lam., et *costaria*, Desh.

*Natica brevispira*, Leym.

— *subambulacrum*, nov. sp.

Espèce dont la spire est profondément et largement canaliculée, mais dont la forme générale est moins globuleuse que la coquille de l'argile de Barton.

*Otostoma Pouechi*, d'Arch.

Voyez pour la caractéristique de ce genre et la description des espèces : ci-après, séance du 4 juillet, page 877.

— id. var.

*Delphinula*, indét. — Moule très incomplet, voisin d'une espèce inédite du Cotentin.

*Trochus ?*

*Cerithium*, nov. sp.?, déjà signalé comme voisin du *C. subangulosum*, Bell.

*Fusus?* indét. — Moule incomplet, rappelant les *F. ficulneus*, Lam., *obscurus* et *Malcolmsoni*, var. *a*, d'Arch.

*Nautilus*, indét. — Peut-être le même que celui que nous avons rapproché du *N. subfleuriausianus* (p. 795).

SÉRIE IV.

DIVISION H, ASSISE 25.

*Cardium azilensis*, nov. sp. — Le Mas-d'Azil.

Petite espèce dont la forme rappelle celle du *C. obliquum*,

var. *b*, Lam., mais plus anguleuse, et dont le test est proportionnellement fort épais.

*Pectunculus masensis*, nov. sp. — Ib.

Voisin du *P angustidens*, Wat. Il en diffère par sa forme symétrique, équilatérale, et par la disposition des dents de la charnière, si la figure donnée par M. Watelet est exacte. Il diffère aussi du *P. tenuis*, Desh. *in* Wat., par ce dernier caractère.

— *an* id., var.?. — Ib.

Un individu complet, mais qu'il serait impossible d'ouvrir sans le briser, est très inéquilatéral, transverse, et peut-être un accident particulier ou une forte variété.

*Melanopsis buccinoidea*, var. *g*, Féruss. — Ib.
*Natica*, indét. — Ib.
*Cerithium*, indét. — Ib.
*Strombus ?*, indét. — Ib.

Portion de moule en calcaire très compacte, gris jaunâtre, paraissant appartenir à ce genre, mais dont le gisement ic. nous paraît douteux.

**Assise 33.** (Toutes ces espèces sont propres à cette assise.)

Ossements. — Ib.

Fragments d'os, tous très frustes, indéterminables, et paraissant avoir appartenu à des reptiles sauriens et chéloniens.

Dent de Crocodile. — Ib.

— id. conique, striée, et provenant d'une autre espèce de saurien. — Ib. (assise 25).

Fragment indéterminé d'un os plat. — Sainte-Croix (assise 29).

Fragment d'un os long, tronqué à ses extrémités, et dont le *facies* ne rappelle aucune forme connue dans la nature actuelle. Par sa structure, il se rapporterait plutôt aux reptiles qu'aux mammifères, sans cependant qu'on puisse rien préciser encore à cet égard.—Ib.

Fragment d'un os long, dans lequel on peut voir, malgré le vague de ses contours, une portion diaphysaire de la moitié inférieure d'un radius de grand herbivore ongulé, de la division des Pachydermes. M. P. Gratiolet, qui a bien voulu soumettre à un examen microscopique des lames minces de cet os, a confirmé ce jugement de M. Lartet. La structure de cet os, dit-il, est celle que présentent seuls les grands mammifères. Les couches osseuses figurent des zones concentriques autour des canalicules médullaires, et, sur les coupes transversales, les couronnes des cellules osseuses sont encore parfaitement apparentes. — Ib. au lieu dit Montfa. M. Pouech n'a pas recueilli lui-même l'échantillon en place.

C'est à l'assise 34 qu'appartiennent les fragments de plaques mentionnées par ce géologue (p. 403 de son mémoire) et qu'il supposait alors provenir d'œufs d'oiseaux gigantesques; depuis, de nouveaux

morceaux lui ont fait penser (lettre du 20 mai 1859) que ces corps pouvaient avoir appartenu à des parties solides de Tatous ou de Chéloniens. Quelques personnes ont cru y voir des restes de test de crustacés, mais jusqu'à présent leur véritable origine est encore incertaine.

DIVISION J, ASSISE 34.

(Les fossiles suivants, des marnes bleues du Mas-d'Azil, sont très fragiles, plus ou moins engagés dans les fragments de la roche et peu déterminables spécifiquement.) On peut juger cependant qu'ils diffèrent de ceux des assises précédentes.

*Tellina*, indét., voisine de la *T. donacialis*, Lam.
*Lucina*, indét., rappelant la *L. gibbosa*, id.
*Cardita*, indét. Petite espèce.
*Cardium*, indét. Petite espèce.
*Cyprina*, indét. Grande espèce très oblique.
*Anomia*, indét.
Fragment d'un os de grand reptile.

SÉRIE V.

*Nota*. La série V de M. Pouech comprend les couches des environs du Mas-d'Azil qui correspondent à celles des séries III et IV situées au nord ; ce n'est donc qu'une répétition des mêmes dépôts que traverse la coupe, par suite d'une double flexion des strates courbés en voûte au pont du Mas-d'Azil, et relevés en bassin dans le massif de la grotte et au delà. Dans l'énumération des fossiles de cette série, nous suivrons le même ordre que ci-dessus, et, pour éviter toute confusion, nous ajouterons le chiffre 2 aux lettres capitales qui marquent les *divisions*, et la lettre *a* aux chiffres des *assises*.

DIVISION $E^2$, ASSISE 15a.

*Operculina canalifera*, d'Arch , var. — Pradals.
*Nummulites Ramondi*, Defr. — Ib.
— *biaritzensis*, d'Arch. — Ib.
*Orbitoides submedia*, id. — Ib.
*Cidaris*, Radiole échinulée. — Ib.
*Lunulites*, indét. — Ib.
*Cardita*, indét. — Ib.
*Cardium*, nov. sp. — Ib.

Moule peu complet, en grès jaunâtre, rempli de rhizopodes, d'une grande espèce, ayant 14 centimètres de haut sur 9 1/2 de large.

*Anomia*, indét. — Ib.
*Nerita Schmideliana*, Chemn. — Ib. (dans un poudingue).

DIVISION F, ASSISE 18ª.

*Alveolina ovoidea*, d'Orb. — Camarade, sous le banc à Operculines.
— *sphæroidea*, Cart. — Ib.
*Operculina granulosa*, Leym. — Ib., banc à Operculines et bancs supérieurs.
*Trochocyathus pyrenaicus*, Miln. Edw. et J. Haime. — Ib.
Même observation que ci-dessus, assise 15, Saint-Jean-de-Verges.
— indét. — Ib.
*Astræa* indét. — Ib., banc à Operculines.
*Corallium*, indét. — Ib.
*Bourgueticrinus Thorenti*, d'Arch. — Ib., bancs supérieurs.
*Cidaris*, indét. — Ib., bancs à Operculines.
Plaque pourvue de tubercules crénelés à la base.
— Radioles, cinq ou six formes semblables à celles déjà citées dans la même assise à Sabarat.
*Echinanthus testudinarius*, Des. — Ib.
Un peu plus grand que les individus de la même assise à Saint Jean-de-Verges.
— indét. — Ib.
Fragment d'une espèce voisine de la précédente, mais de taille presque double.
*Hemiaster arizensis*, nov. sp. — Ib.
Cette petite espèce, dont le fasciole péripétale est fort obscur, est remarquable par plusieurs bons caractères. Très déprimée, sub-hexagonale, ses ambulacres postérieurs sont très courts. De gros tubercules sur le pourtour inférieur de la base et sur la zone médiane relevée en carène; tout le reste lisse; bouche marginée.
— indét. — Ib.
Petite espèce de la forme des *H. Bowerbankii* et *Prestwichi*, Ed. Forbes, et de la taille de l'*H. digonus*, d'Arch.

*Eschara*, ib.
*Idmonæa*, ib., et d'autres bryozoaires très nombreux dans les bancs supérieurs aux Operculines.
*Pustulopora*, ib., et semblables à ceux des Bordes, Saint-Jean-de-Verges, Sabarat, Villeneuve-du-Bosc, qui appartiennent à la même assise.

*Teredo Tournali*, Leym., ib. — Banc à Operculines.
*Crassatella securis*, id. — Ib., bancs supérieurs aux Operculines.
— *parallelogramma*, nov. sp. — Ib.
*Lucina corbarica*, Leym. — Pradals, au-dessous des bancs à Operculines.
*Cytherea custagensis*, Leym. — Au-dessus du banc à Operculines.
*Cardita vicinalis*, id. — Ib.

*Cardium Jacquemonti*, d'Arch.? — Ib.

Moule très fruste.

*Pecten*, indét. — Ib., et dans un calcaire solide, rosâtre, rempli de fragments anguleux blancs.

C'est celui que nous avons signalé plusieurs fois comme voisin des *P. plebeius* et *infumatus*.

*Spondylus bifrons*, var. de Münst. Gold. — Ib., banc à Operculines.

— *lamillefer*, nov. sp. — Ib.

*Ostrea subcrepidula*, d'Arch. — Camarade.

*Vulsella lingulæformis*, id. — Banc au-dessus des Operculines.

*Terebratula montolearensis*, Leym. — Ib., entre Contegril et Lamothe. Banc à Operculines.

M. Leymerie signale les nombreuses variétés de cette espèce si voisine de certaines formes crétacées, mais nous pensons qu'elle devra être étudiée de nouveau pour qu'on puisse en séparer la *T. sarracena*, Tallav., dont nous n'avons pu retrouver les types originaux dans les collections. Autant que nos souvenirs nous la rappellent, cette dernière doit différer essentiellement de ce qu'indique la phrase du *Prodrome* d'Alc. d'Orbigny (vol. II, p. 308). Nous croyons aussi que plusieurs échantillons, associés ici à la *T. montolearensis*, de même que ceux que nous avons indiqués au sud de Comine (*Les Corbières*, etc., p. 309), peuvent s'y rapporter.

— *tenuistriata*, id. — Ib.

*Pileopsis*, indét. — Ib.

Base probablement du *P. cornucopiæ*, Lam.

*Nerita Schmideliana*, Chemn. — Ib., calcaire gris à Alvéolines, sous les bancs à Operculines.

*Delphinula Larteti*, nov. sp. — Ib.

Espèce voisine du *D. Coultardi*, d'Arch., mais dont elle diffère par sa forme moins globuleuse, et surtout par ses cordelettes transverses plus rapprochées, et couvertes d'écailles pliées en toit et imbriquées au lieu de lignes granuleuses simples dont les intervalles sont couverts de stries fines perpendiculaires, comme dans la coquille de l'Inde.

*Turritella ataciana*, d'Orb. — Camarade, banc à Operculines.

— *subsulcifera*, nov. sp. — Ib.

— *subhybrida*, nov. sp. — Ib.

— *Duvalii*, var. B, Alex. Rouault. — Ib.

*Cerithium subverneuili*, nov. sp. — Ib.

— nov. sp. — Ib.

C'est l'espèce souvent signalée comme voisine du *C. subangulosum*, Bell.

*Strombus*, indét. — Pradals.

Ce moule, de calcaire gris marneux, a quelque analogie

avec le *S. callosus*, Desh. C'est probablement le même dont nous avons cité un autre moule, série IV, division H, assise 25,

*Ovula expansa*, d'Arch. — Bancs à Operculines.
*Nautilus imperialis*, Sow. — Pradals, bancs à Alvéolines.
*Sepia*, indét. — Ib., banc à Operculines.

Rostre de l'extrémité de l'os.

*Scalpellum*, indét. — Ib.

Carène dorsale voisine de celle des *S. quadratum*, Sow., et *simplex*, Darw.

*Oxyrhina plicatilis*, Ag.?. — Bancs à Operculines de Pradals.
— indét. — Ib.
*Otodus obliquus*, Ag. — Ib.
— lobes latéraux d'une grosse dent. — Ib.
*Lamna longidens*, Ag. — Ib.
— indét. — Ib.
*Phacodus* indét. — Ib.
— indét.?. — Ib.
*Zygona* indét. — Ib.
*Myliobatus sulcatus?*, Ag. — Ib.

Division $G^2$. Assise 19ᵃ, 20ᵃ, 21ᵃ.

*Alveolina sphæroidea*, Cart. — Mas-d'Azil.
*Astræa*, indét. — Ib.
*Teredo Tournali*, Leym.? ou peut-être des tubes simples de Serpules? — Ib.
*Cardita*, indét. — Ib.

Moule incomplet probablement de celle que nous avons déjà rapportée à la *C. acuticostata*.

— indét. — Ib.

Moule voisin de ceux que nous avions rapprochés de la *C. multicostata* (assises 15 et 18), mais plus haut, plus carré et plus épais.

*Ostrea tubifera*, J. de C. Sow. — Ib. (voyez les remarques à l'assise 15).
— indét., ou valve supérieure de l'*O. subcrepidula*, d'Arch.? — Ib.
— indét. — Ib.
*Otostoma Valenciennesi*, d'Arch. var. — Ib. (voyez ci-après séance du 4 juillet, page 878).
*Natica subambulacrum*, nov. sp. — Ib.
*Cerithium*, nov. sp. — Ib.

Espèce comparée au *C. subangulosum*, Bell., dans la plupart des localités précédentes, assises 15, 18, 20, 21.

ASSISE 22ᵃ.

*Astræa*, indét. — Le Mas-d'Azil, massif de la grotte.

Espèce signalée dans les assises 20 et 21 de Sabarat.

*Echinanthus subrotundus*, Des. (*Pygorhynchus*, id., Cott.). — Ib.

— nov. sp. — Ib. (voisin de l'*E. Brongniarti*, Des.)

— nov. sp. — Ib. (voisin de l'*E. scutella*, Des., mais plus petit que la figure donnée dans le *Petrefacta Germaniæ* de Gold.)

— nov. sp. — Les Moulis (espèce de la forme de l'*E. Cuvieri*, mais plus grande).

*Panopæa*, indét. — Mauvesin.

*Crassatella subrotunda*, Bell. — Ib.

*Cardita acuticostata*, Lam. — Le Mas-d'Azil, massif de la grotte.

*Modiola lithophaga*, Lam., Desh.? — Ib.?

*Spondylus?* indét. (origine douteuse).

Ce fragment d'une très grande espèce rappelle le *S. Buchii*, d'Arch., de Biaritz.

*Natica subambulacrum*, nov. sp. — Massif de la grotte, Mauvesin, Montardit.

— *baloukeuiensis*, d'Arch. (*in* Viquesnel, *Voyage dans la Turquie d'Europe*, pl. 25, fig. 8). — Gisement douteux.

*Trochus* ou *Pleurotomaria?*, indét. — Camarade.

— *hersensis*, nov. sp. — Montardit.

*Cerithium*, nov. sp. — Montardit.

Moule rappelant le *C. globulosum*, Desh., et mieux le *C. filiferum*, id.

— nov. sp.?. — Ib., Mauvesin.

Espèce déjà citée comme voisine du *C. subangulatum*, Bell.

— *labiatum*, Desh. — Reinbach.

Le bord droit n'offre point cependant le profond sinus dont parle l'auteur; il n'y a qu'une simple flexion en arrière, et le dernier tour est aussi plus haut.

— indét. — Ib.

Fragment voisin du *C. acutum*, Desh.

*Rostellaria*, indét. — Montardit.

Moule de la taille de celui du *R. columbaria*, Lam., mais dont la forme se rapproche davantage de celui du *R. macroptera*, id., ou du *R. maximus*, Alex. Rou.

*Voluta Tallavignesi*, nov. sp. — Mauvesin.

Un échantillon beaucoup plus grand, que nous avons vu dans la collection de M. Deshayes, avait été recueilli par Tallavignes dans une couche de même nature, mais sans doute plus à l'est.

REMARQUES GÉNÉRALES.

Le terrain tertiaire inférieur du département de l'Ariége, tel que l'a décrit M. Pouech, nous présente les *trois groupes* que nous avons distingués à l'E. dans celui de l'Aude (1). Sa série II correspond au *groupe lacustre;* sa série III au *groupe nummulitique;* sa série IV au groupe d'Alet; sa série V n'est que la répétition des séries III et IV, par suite d'une double flexion des strates courbés en voûte au pont du Mas-d'Azil et relevés en bassin dans le massif de la Grotte et au delà; mais, lorsqu'on descend dans l'examen plus détaillé des roches qui les composent et dans celui des fossiles qu'elles renferment, on trouve des différences essentielles dans la nature des unes comme dans la distribution des autres; alors les sous-divisions ou *étages* sont difficilement comparables. C'est ce que pouvait déjà faire pressentir l'étude du bassin inférieur de l'Aude, et ce à quoi on doit s'attendre, lorsque l'on considère que ces dépôts sont dans le voisinage immédiat d'une *chaîne complexe* dans la composition de laquelle ils entrent même comme partie constituante, lorsqu'on s'avance vers l'O. (2) et vers son centre.

La faune des animaux invertébrés, représentée dans les listes précédentes, comprend environ 342 espèces dont 10 coquilles fluviatiles et terrestres du groupe lacustre (série II); 154 espèces marines des groupes suivants ont pu être rapportées à des formes déjà connues ailleurs; 69 ont été indiquées comme nouvelles, et 109 sont restées jusqu'à présent indéterminées, par suite du mauvais état des échantillons.

Relativement à la répartition des espèces dans les diverses assises décrites par M. Pouech, nous voyons que, pour le groupe nummulitique, le développement de l'organisme est très différent dans chacune d'elles. L'assise 15 ou la plus élevée est aussi la plus riche de toutes. Les espèces, au nombre de près de 200, y sont plus variées que dans les suivantes, et les diverses classes y sont également représentées, depuis les rhizopodes jusqu'aux poissons. Les brachiopodes seuls ne commencent à se montrer que dans l'assise 18, ce qui d'ailleurs est conforme à ce que l'on a observé jusqu'à présent à l'est et à l'ouest de cette région.

---

(1) *Les Corbières. Études géologiques d'une partie des départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales* (*Mém. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. VI, 2e partie, 1859).

(2) Voy. *Histoire des progrès de la géologie*, vol. VII, p. 702.

Dans la faune des assises 18 et 19, où nous ne connaissons que 93 espèces, les Nummulites sont beaucoup moins abondantes; mais les autres rhizopodes et les bryozoaires, comme les radiaires, échinodermes, sont particulièrement développés, ainsi que les ostracées. Les assises 20 et 21 de Sabarat sont moins riches encore et n'offrent rien de particulier; mais l'assise 25, placée sous les grands bancs calcaires (24), renferme des espèces toutes particulières et le *Melanopsis buccinoidea*, une des coquilles caractéristiques de l'étage des lignites du bassin gallo-britannien. Il en est de même de l'assise des marnes bleues (34) avec lignite, du Mas-d'Azil, dont les fossiles, tous marins, quoique peu déterminables encore, diffèrent de ce qui est au-dessus.

Il ne semble pas y avoir, dans la zone nummulitique de l'Ariége, d'horizons zoologiques très nettement tranchés et constants d'un bout à l'autre du département. Les *Conoclypus* et les Alvéolines, que nous aurions pu croire particuliers aux assises inférieures, se montreraient déjà dans l'assise la plus élevée, d'après l'assertion positive de M. Pouech. Il est douteux qu'aucune espèce traverse toute la série, et la *Nerita Schmideliana*, qui a la plus grande extension verticale, ne descend cependant pas jusqu'à l'assise 22 (1). Quelques rhizopodes, 4 ou 5 ostracées, 2 Cardites, 2 Spondyles, 3 Natices, 1 Cérite, c'est-à-dire une vingtaine d'espèces environ, se montrent à la fois dans plusieurs assises. Les trois étages nummulitiques, si nettement séparés sur la rive droite de l'Aude, sont ici généralement moins distincts, sous le rapport pétrographique et sous celui des fossiles, dont l'association rappelle au contraire ce que l'on observe sur les dernières pentes de la Montagne-Noire.

A partir de l'assise 25 jusqu'aux plus basses qui aient été atteintes dans la coupe, un ordre de choses différent se manifeste. La disparition de toute la faune nummulitique, la présence de formes marines particulières, quoique encore en petit nombre, ainsi que celle d'ossements de vertébrés dans les marnes à lignite du Mas-d'Azil et de Sainte-Croix, annoncent une faune propre au groupe d'Alet que nous ne connaissions pas encore et parallèle à celle du bassin gallo-britannien.

Parmi les restes de vertébrés, ceux de poissons, les plus nombreux et les mieux conservés, proviennent de la première assise nummulitique de la Bourguère, près de Sabarat, et des bancs à Operculines de Pradals, près du Mas-d'Azil (assise 18). Les débris

(1) Sur la rive droite de l'Aude, au contraire, cette coquille ne nous est connue que dans le troisième étage nummulitique.

de sauriens ont été rencontrés dans les assises 25 à 34, aux environs du Mas-d'Azil et de Sainte-Croix ; ceux de Tortues et peut-être de mammifères dans la série lacustre (II) ; des dents de Rhinocéros (*Acerotherium tetradactylus*) dans les couches tertiaires moyennes du Carla ; enfin un fragment d'os, qui semble aussi provenir d'un grand mammifère ongulé de l'ordre des Pachydermes, aurait été recueilli dans les couches tertiaires les plus basses de Montfa, près Sainte-Croix. Si les présomptions parfaitement motivées de M. Pouech sur son gisement venaient à être démontrées d'une manière absolue, ce serait le premier exemple connu de la présence de mammifères dans toute la région tertiaire inférieure méditerranéenne.

La zone tertiaire inférieure qui borde le pied nord des Pyrénées, entre la Méditerranée et l'Océan, semble, au premier abord, être partiellement interrompue vers le milieu de sa longueur par le plateau tertiaire moyen de Lannemezan, au nord-est duquel les dépôts dont nous parlons, de même que les couches crétacées supérieures, font une pointe avancée. Ils cessent d'être visibles, masqués sans doute par des sédiments plus récents, et ne reparaissent, d'après les renseignements que nous devons à M. Lartet, qu'à Orignac et à Montgaillard, sur les deux rives de l'Adour, en aval de Bagnères (Hautes-Pyrénées), puis à Ossun, à Pontac, à Bos d'Arros, au sud de Pau, etc., dans la vallée du Gave. D'un autre côté, si l'on considère les affleurements des roches du même âge entre la rive gauche de l'Adour et le Luy, de Saint-Sever à Montfort, on les voit alignés sur le prolongement de la bande orientale de Bellesta à Aurignac (Haute-Garonne), et l'on est porté à relier souterrainement par la pensée, et comme devant former des dépôts continus, tous ces affleurements de la période tertiaire inférieure compris entre les deux mers.

Cependant, lorsqu'on vient à comparer leurs débris organiques à l'est et à l'ouest du plateau de Lannemezan, on trouve les différences les plus tranchées. Dans le groupe nummulitique, le seul que nous ayons à considérer ici, ces différences sont d'autant plus prononcées qu'on s'éloigne davantage de ce plateau. Ce que nous disions en 1846 (1), alors que nous ne connaissions en tout que 180 espèces tant à l'E. qu'à l'O., est encore vrai aujourd'hui que

(1) *Description des fossiles de Biaritz* (*Bull. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. III, p. 475, mai 1856. — *Mém. Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, p. 190, 1846 ; *ib.*, vol. III, p. 199, 1850. — *Hist. des progrès de la géologie*, vol. III, p. 31, 1850).

nous en connaissons près de 700, et le rapport entre les fossiles communs aux bassins de l'Adour et du Gave d'une part, et à ceux de l'Ariége et de l'Aude de l'autre, se trouve être peu différent. Il était alors de 1/26; il est aujourd'hui de 1/17, 40 espèces se montrant à la fois dans les deux régions. Mais ce n'est pas seulement par ce petit nombre de fossiles communs, peu répandus en général de part et d'autre, que ces zones diffèrent; c'est encore par l'absence dans l'une de la plupart des espèces qui dominent dans l'autre. Ces différences semblent être d'autant plus prononcées que l'on compare des points plus extrêmes ou plus rapprochés des deux mers actuelles.

C'est parmi les rhizopodes, toutes proportions gardées, et comme on pouvait le prévoir d'après ce que nous avons dit ailleurs (1), qu'il y a le plus d'espèces communes, et cependant les Alvéolines, si répandues à l'E. qu'elles y forment des bancs à elles seules, manquent complétement à l'O., tandis que les *Nummulites complanata*, *intermedia*, *garancensis*, *Rouaulti*, *vasca*, *exponens* et *granulosa*, manquent complétement à l'E. où jusqu'à présent un seul individu de *N. perforata* s'est rencontré.

Parmi les polypiers, beaucoup moins abondants à l'E. qu'à l'O., la *Virgularia incerta*, le *Diplohelia raristella* et peut-être le *Trochocyathus pyrenaicus*, sont à peu près les seuls communs, les deux premiers se retrouvant des deux côtés du bassin gallo-britannien; il en est de même pour le *Bourgueticrinus Thorenti*. Nous ne connaissons pas de radiaires échinides qui soient communs (2) ni aucun des tubes de Serpules si variés à l'O. Plusieurs des espèces de bryozoaires qui nous restent à étudier se retrouveront probablement de part et d'autre.

Parmi les mollusques acéphales, le corps serpuliforme désigné

---

(1) *Descript. des anim. foss. du groupe numm. de l'Inde*, p. 357, 1854.

(2) M. Cotteau, dans son *Catalogue des échinides fossiles des Pyrénées* (*Bull.*, 2e sér., vol. XIII, p. 319, 1856), cite à la vérité cinq espèces (*Echinopsis arenata*, *Pygorhynchus Delbosii*, *Echinolampas ellipsoidalis* et *Hemiaster verticalis*) que nous avions d'abord signalées dans l'ouest, et qui auraient été recueillies au *mont Alaric* (Aude) sans autre indication de gisement, puis le *Conoclypus conoideus* le long de la montagne Noire; mais nous ferons remarquer d'abord que M. Leymerie (*ibid.*, p. 362) ne reproduit point la citation de l'*Hemiaster verticalis*, et qu'ensuite il nous paraît douteux que le véritable *Conoclypus conoideus* existe réellement dans la zone orientale où plusieurs espèces qui lui ressemblent ne sont pas rares.

sous le nom de *Teredo Tournali*, la *Pholadomya Puschii*, quelques Cythérées, Nucules, Spondyles, ostracées, et deux Térébratules, relient les deux faunes. Parmi les gastéropodes, quelques Turritelles, un Cérite, deux Fuseaux, une Volute, sont plus ou moins rares, tandis que la *Nerita Schmideliana*, si constante à l'E. dans toute la région méditerranéenne et jusque sur les rives de l'Indus, et qui au N. n'est pas moins répandue à la base du groupe dans le bassin de la Seine, n'a pas encore été cependant rencontrée dans les dépôts correspondants de la Belgique, de l'Angleterre, ni dans cette zone occidentale du bassin de l'Adour si voisine de celle de l'Ariége.

Nous sommes donc encore autorisé à dire aujourd'hui que quelques circonstances physiques, telles qu'un haut fond, une banquette sous-marine ou un cap avancé, mettaient les sédiments nummulitiques dans des conditions différentes de part et d'autre de cet accident orographique.

Les marnes à Térébratules du bassin de l'Adour, qui paraissent représenter le troisième étage de cette région, semblent reposer partout sur la craie, et annonceraient que le groupe d'Alet ou groupe sous-nummulitique de l'E. manque complétement à l'O., et il en serait de même du groupe lacustre. Ainsi, ce que personne n'a encore fait remarquer, c'est ce fait important pour la géologie sous-pyrénéenne, que, des trois termes si développés et si bien caractérisés qui composent le terrain tertiaire inférieur des départements de l'Ariége et de l'Aude, un seul, le second, persisterait vers l'O. dans le bassin de l'Adour jusqu'au rivage actuel de l'Océan. Alors se trouverait motivée la liaison stratigraphique et peut-être même zoologique, observée entre les derniers dépôts de cette période et les premiers de la suivante (faluns bleus et calcaires à *Natica crassatina*, *Nummulites garancensis*), comme l'a dit M. Leymerie (1), tandis qu'à l'E. l'interruption et la discordance sont complètes.

Quant aux relations paléontologiques de cette faune nummulitique de l'Ariége avec celles d'autres régions plus éloignées, nous ferons remarquer encore que son analogie plus prononcée se maintient avec celle du bassin de la Seine, comme nous l'avions dit, et où se trouvent 60 espèces communes, ainsi qu'avec celle des Alpes maritimes, et que, même parmi les formes de l'Inde, nous en voyons encore 35 qui sont communes, c'est-à-dire presque autant qu'avec le bassin de l'Adour.

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., vol. XIII, p. 365, 1856.

APPENDICE.

Nous citerons ici quelques fossiles que nous devons à l'obligeance de notre savant confrère, M. Lartet, qui les avait recueillis dans quatre localités situées à l'ouest de Lannemezan, précisément dans le voisinage du point où les deux bassins se rapprochaient le plus. On n'y remarque aucune des espèces qui caractérisent la région orientale.

1. Orignac, près Bagnères-de-Bigorre, rive droite de l'Adour.
   *Nummulites biaritzensis*, d'Arch., *N. Leymeriei*, id., *N. Lucasana*, Defr., var. *a?*, *N. Ramondi*, Defr., var. *d*, *Orbitoides submedia*, d'Arch., *O. papyracea*, id.

2. Montgaillard, près Bagnères-de-Bigorre, rive gauche de l'Adour.
   *Nummulites biaritzensis*, *N. Lucasana*, *N.* (p. e.) *Guettardi?*, d'Arch., *Operculina ammonea*, Leym., *Orbitoides papyracea*.

3. Ossun, au nord-ouest de la localité précédente.
   *Nummulites Leymeriei*, *Orbitoides papyracea*, *Corbula*, *Dentalium*, *Ringicula*, *Cerithium*, *Buccinum*, *Rostellaria*, etc. Tous très petits, et qui ne peuvent être déterminés sans de plus nombreux échantillons.

4. Pontac, à l'ouest d'Ossun.
   *Nummulites granulosa*, d'Arch.., *N. Leymeriei*, *N. Ramondi*, *N. Lucasana*, *Schizaster* très déformé, mais fort voisin du *S. beloutchistanensis*, d'Arch., *Nucula striata*, Lam., *Dentalium tenuistriatum*, Alex. Rou., *Natica*, Moules de deux espèces indét. dont l'une pourrait être la *N. glaucinoides*, Desh., *Scalaria?*, *Turritella Duvalii?*, Alex. Rou., *Cerithium subfragile*, id., *Pleurotoma Archiaci*, id., *Columbella submarginata*, id., *Voluta*, fragment peut-être de la *V. Deshayesiana*, id., *Mitra* voisine de la *M. labratula*, Lam., *Ancillaria nana*, Alex. Rou.

Ce petit nombre d'espèces suffit pour faire voir le commencement d'une faune différente de celle de l'est, et qui est encore mieux développée au sud de Pau. Cette faune nummulitique de la vallée actuelle du Gave est, comme on sait d'ailleurs, fort différente aussi de celle des environs de Saint-Sever et de Montfort et de celle des environs de Bayonne.

M. Barrande demande à M. d'Archiac si le terrain nummulitique de l'Ariége renferme des céphalopodes et particulièrement des Nautiles à lobes. Il fait cette question, parce que

les Nautiles à lobes caractérisent la période tertiaire, et que, par conséquent, ils peuvent répandre des lumières sur l'âge du terrain nummulitique.

M. d'Archiac répond que les céphalopodes du terrain nummulitique de l'Ariége sont d'une conservation trop imparfaite pour qu'il soit possible de les déterminer bien rigoureusement.

M. Hébert dit que la présence de Nautiles à lobes dans un terrain ne pourrait prouver d'une manière concluante que ce terrain fût tertiaire; car le *Nautilus danicus*, espèce de la période crétacée, a des lobes très marqués, tandis que les Nautiles du calcaire grossier de Paris sont peu lobés.

M. Barrande assure que les faits signalés par M. Hébert sont des exceptions.

---

## *Séance du 20 juin 1859.*

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. Laugel, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

D'ANDRIMONT (Julien), ingénieur civil, à Liége (Belgique), présenté par MM. d'Omalius d'Halloy et G. Dewalque;

GREVINGK, professeur de géologie à l'Université de Dorpat (Livonie), présenté par MM. J. Barrande et Hébert.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique et des cultes, *Journal des savants*, mai 1859.

De la part de M. G. Capellini, *Nuove ricerche paleontologiche nella caverna ossifera di Cassana (provincia di Levante)* (estr. dalla *Liguria medica*, nos 5 et 6 del 1859), in-8, 18 p.

De la part de M. A. Gaudry, *Mémoire sur la géologie de l'île de Chypre* (extr.), in-4, 4 p.....

De la part de M. Ch. Lory, *Carte géologique du Dauphiné* (*Isère, Drôme, Hautes-Alpes*), 1 feuille grand-aigle. Paris, 1858 ; impression lithochromique d'Avril frères.

De la part de M. A. de Laveleye, *Géologie.—Affaissement du sol et envasement des fleuves survenus dans les temps historiques;* in-18, 44 p. Paris, 1859 ; chez Lacroix et Baudry.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1859, 1er semestre, t. XLVIII, nos 23 et 24.

*L'Institut*, nos 1327 et 1328, 1859.

*The Athenæum*, nos 1650 et 1651, 1859.

*Revista minera*, t. IX, n° 6, juin 1859.

*Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der Preuss. Rheinlande und Westphalens*, 2e et 3e cahiers, 1857; 1er, 2e, 3e et 4e cahiers, 1858.

*Conservatory Journal* (*Boston*), 1859, nos 1 et 6.

M. le Président présente, au nom de MM. Royer et Barotte, la carte géologique du département de la Haute-Marne. Cette carte était accompagnée de la note suivante :

Nous avons terminé notre carte géologique de la Haute-Marne, et, avant de nous en dessaisir définitivement pour l'abandonner à l'impression, nous avons cru convenable d'en donner communication à la Société géologique de France.

Ce travail, commencé depuis longues années par l'un de nous, a été poussé très activement par tous deux à partir de 1855, époque à laquelle le Conseil général de notre département a bien voulu accepter l'offre que nous lui en avions faite. Les fonds nécessités par cette publication ont été portés au budget du département de 1858 et 1859, et déjà l'imprimerie impériale se livre depuis six mois aux travaux préparatoires qu'exige une telle publication.

Nous avons déjà eu l'honneur de présenter cette carte à la Société géologique, lors de sa réunion extraordinaire à Joinville, en 1856 ; mais, alors, elle était loin d'être terminée, et les nombreuses et importantes lacunes qui étaient à combler ne permettaient pas de bien saisir l'ensemble des formations géologiques que nous avons eu à établir, de bien voir cette belle série de formations que renferme notre département, et qui en descendant l'échelle

des terrains, comprend depuis le gault inclusivement jusqu'au grès bigarré.

La légende de la carte fait voir cette série de terrains que présente le sol de la Haute-Marne et les nombreuses divisions que nous avons cru pouvoir y établir.

Les terrains cristallins n'apparaissent que sur un seul point de notre département, à Buxières-les-Belmont ; encore n'y occupent-ils qu'un espace insignifiant, à peine quelques ares. Mais les circonstances dans lesquelles on les rencontre au milieu de nos terrains secondaires, et les relations intimes qui existent très vraisemblablement entre eux et les nombreux accidents qui les entourent en rendent l'étude des plus intéressantes, comme nous le ferons voir lors de la description de ces terrains.

Nous avons fait, dans nos terrains neptuniens, de nombreuses divisions. Peut-être quelques-unes paraîtront-elles inutiles au point de vue purement géologique ; nous pensons qu'il n'en sera pas de même au point de vue de ce travail pour les intérêts locaux. En l'asseyant sur ces bases nous nous sommes dit qu'il devait avoir en vue, avant tout, les services qu'il est appelé à rendre aux arts, aux industries nombreuses et aux cultures si diverses de notre département, et en cela nous n'avons fait que nous rendre l'esclave des désirs qui nous ont été exprimés par le Conseil général, et répondre aux intentions qui ont dicté la circulaire administrative du 30 août 1836, de M. Legrand, alors Directeur général des ponts-et-chaussées. Ces divisions, dans tous les cas, sont naturelles et motivées par des différences minéralogiques souvent très tranchées. Quant aux limites des terrains, les différences de faunes sont les bases sur lesquelles nous nous sommes efforcés de les établir, cherchant à nous éloigner le moins possible des classifications généralement acceptées par la science.

En examinant la carte géologique de la Haute-Marne, on remarquera que si les terrains n'ont pas subi de grands dérangements, ils sont loin d'être restés dans leur état normal ; des failles et des différences dans l'inclinaison des couches sont le résultat des modifications que leur ont fait subir les actions diverses qui ont agi sur la croûte terrestre postérieurement au dépôt de ces terrains.

Nous avons tracé sur la carte un certain nombre de failles, celles au moins dont l'étude a pu être faite avec certitude, préférant négliger ces accidents lorsque leur constatation ne présente pas assez de sûreté. Les directions de ces failles sont très variées, un certain nombre se rattachant évidemment au soulèvement de la Côte-d'Or, dont l'action s'est fait sentir jusque dans le midi de la Haute-Marne.

D'autres sont en relation avec les commotions qu'ont subies les montagnes des Vosges. Nous ferons remarquer particulièrement les failles si intéressantes qui partant du bel étoilement décrit par M. Élie de Beaumont, et au milieu duquel s'ont placés les lacs de Gérardmer, Longemer et Retourmer, au centre des Vosges, traverse la Franche-Comté et vient pénétrer dans la Haute-Marne, à Faraincourt, pour en sortir ensuite à Villemervy où elle entre dans la Côte-d'Or. Cette faille est d'une allure tellement sinueuse et capricieuse que l'on pourrait dire qu'elle sort des habitudes de ces sortes d'accidents; elle a produit particulièrement, sur sa lèvre méridionale, des ploiements et des déchirements intéressants, qui rappellent en petit les ploiements si connus du Jura.

Les coupes assez nombreuses, tant générales que partielles, que nous exécutons en ce moment, et qui doivent former le complément indispensable de la première partie de notre travail, feront voir l'ensemble de ces phénomènes d'un ordre pour ainsi dire exceptionnel et les modifications qu'ils ont apportées à la disposition de nos terrains.

Nous ne considérerons notre œuvre comme entièrement achevée que lorsque nous aurons mis la dernière main à l'ouvrage qui doit servir à l'explication détaillée de notre carte. Nous avons réuni dans le cours de nos excursions un grand nombre de documents. Il nous reste à les réunir et à les grouper, à traiter d'une manière aussi détaillée que possible la partie pratique des applications de notre géologie locale aux intérêts matériels de notre département. Cette seconde partie de notre tâche nous sera rendue facile par le concours bienveillant et éclairé qu'a bien voulu nous offrir notre estimable collègue, M. Cornuel, connu depuis longues années par ses beaux travaux sur les terrains crétacés inférieurs, concours que nous nous sommes empressés d'accepter.

M. le Président présente, au nom de M. Lory, une carte géologique du Dauphiné accompagnée des explications suivantes :

*Note sur une carte géologique du Dauphiné et sur quelques points de la géologie de cette province;* par M. Ch. Lory.

La carte géologique du Dauphiné, à l'échelle de $\frac{1}{150000}$, dont j'ai l'honneur d'offrir un exemplaire à la Société géologique, a été gravée et exécutée en couleurs par MM. Avril frères, d'après la carte manuscrite que j'avais présentée à la Société en novem-

bre 1857 et au sujet de laquelle j'ai publié une notice assez étendue, *Bull.*, 2e série, t. XV, p. 10 — 69.

J'ai exposé, dans cette notice, la classification des terrains adoptée sur cette carte, classification indépendante, autant que possible, de toute opinion arrêtée sur les questions douteuses auxquelles donnent lieu certains terrains de cette partie des Alpes.

*Grès à anthracite du Briançonnais.* — Pour ce qui est, en particulier, des grès à anthracite du Briançonnais, de la Maurienne, de la Tarantaise, etc., je suis porté à croire que, d'ici à peu de temps, on parviendra à lever tous les doutes qui s'opposent encore à leur séparation d'avec les calcaires à Bélemnites et à leur classement dans le terrain houiller. Cependant, cette opinion, fondée sur les lois générales de la paléontologie et la connaissance de la série des terrains dans tous les pays autres que les Alpes, rencontre encore des difficultés inexpliquées, dont le fait si connu de Petit-Cœur n'est qu'un exemple particulier. Jusqu'ici, il nous a été impossible de nous rendre compte, dans cette opinion, de la superposition, en apparence très régulière, des grès à anthracite sur les schistes à Bélemnites du Lautaret, de la Grave, la vallée d'Arves, etc., tandis que ces mêmes grès nous paraissent être constamment *inférieurs* aux calcaires compactes du Briançonnais, prolongements de ceux du col des Encombres, de Villette, etc. J'espère pouvoir, d'ici à peu de temps, communiquer à la Société de nouveaux renseignements pour arriver à la solution de ces difficultés. Provisoirement j'ai dû laisser dans le doute la classification des grès à anthracite du Briançonnais et les représenter par une teinte spéciale.

*Trias alpin.* — Je n'ai considéré comme appartenant *probablement* au *trias* que les grès d'Allevard, pour lesquels cette opinion avait été émise précédemment par M. Fournet. Quant aux quartzites et poudingues de teintes variées qui recouvrent, en général, les grès à anthracite du Briançonnais, j'avais eu, dans un temps, la pensée de les considérer comme se rapportant aussi au système triasique; mais cela ne pourra devenir une opinion *probable* que lorsqu'on aura *démontré* que les grès à anthracite sont du terrain houiller et que les calcaires de Briançon sont du lias.

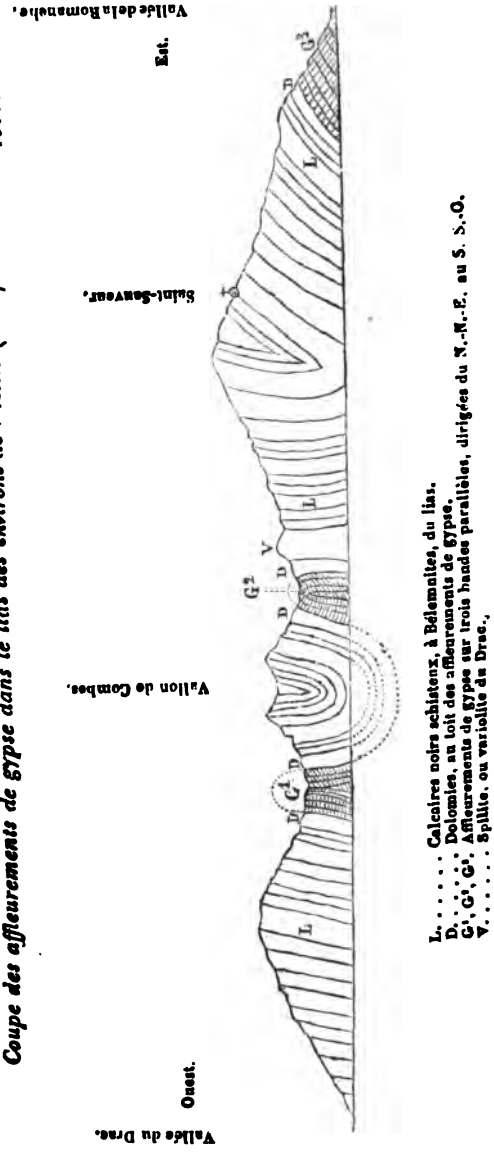
*Gypse et cargneules.*—Pour ce qui est des *cargneules* et des *gypses* alpins, j'admets volontiers qu'une partie de ces roches peut être, avec quelque probabilité, rapportée à l'étage du keuper, et le mémoire récent de M. Favre ouvre, sur ce point, un horizon nouveau

aux recherches de la stratigraphie alpine. J'avais moi-même indiqué précédemment que des cargneules se trouvent associées et intercalées dans les grès d'Allevard, et je me suis fondé sur ce fait pour adopter la distinction de ces grès d'avec les grès à anthracite (*Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 18 et 19). Cependant je ne crois pas que la plus grande partie des gypses et cargneules des Alpes puisse être ainsi séparée d'avec les calcaires à fossiles du lias. Dans les trois départements du Dauphiné, il existe de nombreux gisements de *gypse*, avec *dolomies* et *cargneules*, qui me paraissent intercalés *en amas*, à des niveaux très divers, dans la série des assises du lias et *jusque dans les plus élevées*. Dans son dernier mémoire (*Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, t. XV), M. Favre me semble aller bien loin dans l'extension qu'il donne au classement des gypses et des cargneules des Alpes dans l'étage du keuper. Je ne pense pas que les observations recueillies jusqu'ici permettent de séparer généralement ces roches d'avec le lias.

Ces gypses des Alpes, accompagnés de dolomies, de cargneules, et souvent aussi de ces roches trappéennes dites *spilites* ou *variolites* du Drac, ont été généralement considérés jusqu'ici comme des produits *métamorphiques* d'une altération locale des calcaires du lias, postérieurement à leur dépôt et à leur soulèvement. Depuis neuf ans, j'ai toujours pensé et enseigné dans mes cours qu'il n'en était point ainsi : que les gypses et les dolomies formaient des *amas régulièrement stratifiés*, déposés en même temps que les couches calcaires du lias, sur les prolongements desquelles ils se rencontrent. Ces amas, souvent très étendus, peuvent affleurer en divers points éloignés, par suite des replis et des déchirures répétées de l'ensemble des couches calcaires qui les enclavent, et, en suivant attentivement les contournements de la stratification, on peut se convaincre que c'est bien toujours la même assise de gypse qui reparaît. C'est ainsi que les principales exploitations de gypse du Dauphiné, celles de Vizille et de Champ, me paraissent être établies sur une seule et même assise de gypse, reparaissant successivement en trois bandes parallèles, $G^1$, $G^2$, $G^3$, par suite de replis que la coupe ci-dessous met en évidence.

J'ai constaté rigoureusement ces replis sur la direction même de la coupe : le pli convexe très aigu des couches de gypse de la bande $G^2$ se voit avec une parfaite netteté dans une grande carrière à ciel ouvert. J'ai suivi la même série de replis des couches du lias, à 1200 mètres au nord de la coupe, dans la cluse de l'*Étroit* où coule la Romanche, où ces couches ne renferment plus d'amas de gypse visibles.

*Coupe des affleurements de gypse dans le lias des environs de Vizille (Isère).* — Échelle $\frac{1}{10000}$.




Quant à la variolite V, elle affleure en divers points du vallon de Combes, toujours *au toit* du gypse $G^2$ ou $G^1$ ; elle semble ainsi

former une *coulée* ou *nappe* parallèle à la stratification, mais d'épaisseur très variable, qui se serait épanchée par-dessus le dépôt du gypse et des dolomies, aurait été recouverte par des calcaires schisteux du lias L, et aurait été plus tard disloquée et redressée, comme le reste des couches du terrain. Ce serait une roche éruptive en coulée, contemporaine des gypses du lias, et son origine souterraine pourrait être liée à celle des sources minérales qui sont intervenues *probablement* dans la formation locale de ces amas de gypse. Je crois la même supposition applicable à beaucoup de gîtes de *spilite* du bassin du Drac : ces roches ne se rencontrent jamais hors du terrain du lias, et tout porte à penser qu'elles sont aussi anciennes que ce terrain.

Dans la coupe ci-dessus, on ne voit rien au-dessous des affleurements de gypse ; mais sur d'autres points, par exemple à Vaugelaz, au-dessus de la Ferrière d'Allevard, on voit le gypse en amas régulier, composé de couches presque horizontales, reposer sur une grande épaisseur de schistes argilo-calcaires à Bélemnites, semblables à ceux qui le recouvrent. Dans cette localité, ces schistes à Bélemnites ont pour base, à près de 100 mètres au-dessous du gypse, le terrain des grès d'Allevard qui représentent probablement le *trias*, comme nous l'avons dit plus haut.

Les divers points sur lesquels je viens d'appeler l'attention, comme ceux que j'ai traités dans mes précédentes communications, sont développés dans un volume consacré à l'explication de ma carte géologique dont je présenterai prochainement à la Société la première livraison. En ce qui concerne les terrains jurassiques supérieurs au lias, les terrains crétacés et les divers étages tertiaires, je n'ai rien à changer aux conclusions que j'ai données dans mon précédent mémoire (*Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 30-53).

*Terrains quaternaires.* — Quant aux terrains quaternaires, les développements et les éclaircissements qui ont été ajoutés par notre savant confrère, M. Sc. Gras, à son premier mémoire sur les terrains quaternaires du bassin du Rhône (*Bull.*, 2e série, t. XIV, p. 62 ; t. XV, p. 148. *Bibl. univ. de Genève*, mai 1858) ne m'ont pas paru de nature à modifier l'opinion que j'ai exprimée au sujet de la classification proposée dans ce mémoire (*Bull.*, 2e série, t. XV, p. 62). Je crois pouvoir soutenir encore que les terrasses diluviennes que j'ai désignées sous le nom d'*alluvions anciennes*, avec ossements d'*Elephas primigenius*, ne renferment jamais, dans les conditions normales, ni blocs erratiques proprement dits, à angles vifs, ni cailloux polis et striés. Ce mélange n'existe que lorsqu'il y a eu *remaniement* de ces matériaux *erra-*

*tiques* avec les sables et les cailloux roulés du dépôt quaternaire plus ancien.

Ce remaniement, comme nous l'avons indiqué, existe fréquemment sur des épaisseurs plus ou moins grandes; quelquefois, par suite de circonstances *locales*, il peut affecter toute l'épaisseur du dépôt quaternaire. C'est ce qui est arrivé à Lyon, faubourg Saint-Clair, sur la pente du coteau de la Croix-Rousse qui regarde les Alpes, et qui se trouve être précisément le point de jonction et de terminaison des deux grandes traînées erratiques : l'une venant des Alpes dauphinoises par Grenoble, Voreppe, le Grand-Lemps et Bourgoin, l'autre venant des Alpes savoisiennes par Chambéry, Novalaise, la pointe méridionale du Jura au confluent du Guiers, Morestel et Crémieu. C'est sur deux zones étroites et contiguës, coordonnées à ces deux directions naturelles de transport, que l'on rencontre dans le bas Dauphiné (abstraction faite de la vallée de l'Isère au-dessous de Voreppe et de la vallée de la Côte-Saint-André) la presque totalité des blocs erratiques, et les amas *glaciaires* à cailloux polis et striés.

Comme je l'ai montré il y a huit ans (*Bull.*, 2e série, t. IX, p. 50), les directions des stries sur les roches jurassiques de Bourgoin, de Morestel et de Crémieu, indiquent très bien l'existence de ces deux grands convois de débris erratiques et leur convergence vers les coteaux de Lyon. Les phénomènes que présente la station de Saint-Clair sont donc, on le comprend, tout à fait exceptionnels ; c'est le point où le remaniement de tous les dépôts quaternaires a dû être à son *maximum;* mais on ne trouvera rien de semblable si, au lieu d'étudier ce point exceptionnel, on examine les falaises quaternaires de Beynost et de Montluel, en amont de Lyon, ou celles de Saint-Fons, de Feyzin et de Solaize, en aval. Là, comme entre Moirans et Voiron, les *alluvions anciennes* ne renferment aucun mélange de blocs erratiques ni de cailloux polis et striés. Ceux-ci forment des amas par-dessus ou en placages irréguliers, mais complétement distincts. Quant au *lehm* (*terre à pisé*) qui surmonte ces falaises, rien ne s'oppose, je crois, à ce qu'on le considère, comme l'a fait M. Ed. Collomb (*Bull.*, 2e série, t. IX, p. 240), comme contemporain de la période erratique. Cependant ce dépôt de limon fin me paraît être dans son ensemble, là où il n'est pas remanié, antérieur encore à la plus grande extension des glaciers (ou des agents erratiques, quels qu'ils soient), dans les environs de Lyon.

Afin d'appeler plus directement la discussion, dans la prochaine réunion de la Société à Lyon, sur des points qui ont donné lieu

jusqu'ici à de nombreuses confusions, je demanderai la permission de résumer en quelques mots la classification chronologique des divers dépôts sableux et caillouteux du bas Dauphiné, telle que je l'ai adoptée dans mon mémoire précédent (*Bull.*, t. XV, p. 41-69) et sur ma carte géologique. Je crois cette classification d'autant plus probable qu'elle ne résulte pas seulement de mes observations, mais qu'on peut la déduire de tout ce qui a été écrit sur ces terrains par MM. Élie de Beaumont, Fournet, Thiollière, Collomb et plusieurs autres géologues. Elle n'est, si je ne me trompe, que l'application à ce pays d'un ordre de succession reconnu dans plusieurs autres parties des contrées qui entourent les Alpes.

1° *Période miocène supérieure ou de la mollasse.* — Mollasse sableuse et poudingues à cailloux *impressionnés*, grande formation *marine* dans laquelle sont intercalés, à différents niveaux, des dépôts lacustres plus ou moins étendus, et spécialement les argiles bleues et les couches de *lignite* de la Tour-du-Pin, d'Hauterives, de Pommiers, etc. Le soulèvement des chaînes occidentales des Alpes aurait eu lieu *pendant* cette période qui se serait terminée par la retraite complète de la mer, et son remplacement par un grand lac marécageux s'étendant de Gray aux environs de Valence, comme l'a établi M. Élie de Beaumont.

2° *Période pliocène.* — Terrain de transport ancien des plateaux du bas Dauphiné (Chambaran, Bonnevaux, etc.); glaises sableuses avec grains de minerai de fer; cailloux de quartzite, etc. Ce terrain est antérieur au creusement des vallées, et probablement aussi au dernier soulèvement des Alpes. L'établissement du relief définitif de ce grand massif a eu pour conséquences immédiates ou plutôt simultanées l'écoulement des eaux du lac bressan vers le midi et le creusement des vallées du bas Dauphiné dans l'épaisseur des terrains tertiaires que nous venons d'énumérer.

3° *Période diluvienne.* — Remplissage des vallées creusées à la fin de la période précédente par de grandes nappes d'alluvions, de graviers et de cailloux roulés, sans mélange de blocs anguleux ni de cailloux polis et striés; terrasses d'*alluvions anciennes* des vallées du Drac, de l'Isère et du Rhône; lignites de la Motte et de Sonnaz, près Chambéry, de Barraux, etc.; ossements d'Éléphants.

4° *Période erratique.* — Transport des blocs erratiques; usure et striage des roches en place, et leur recouvrement par des amas *non stratifiés, boueux, à cailloux polis et striés* (environs de Bourgoin, de Crémieu, de Morestel, etc.); labourage superficiel ou plus ou moins profond des dépôts de la période précédente, et mélange

de leurs débris avec les matériaux *erratiques*; remaniement contemporain et stratification grossière de ces mélanges là où les traînées erratiques (c'est-à-dire *probablement* les glaciers avec leurs moraines) venaient se terminer au bord d'une vallée occupée par une grande masse d'eau courante ou nivelée : c'est probablement le cas du faubourg Saint-Clair, à Lyon. Dépôt du limon ou *lehm* (*terre à pisé*), transporté dans la vallée du Rhône pendant l'extension progressive des phénomènes erratiques (des glaciers) jusqu'à Lyon; déposé par-dessus les alluvions anciennes de la période diluvienne, mais souvent mélangé avec les blocs erratiques. Antérieur cependant dans son ensemble à la plus grande extension des phénomènes erratiques, ce *lehm* est recouvert ou plaqué latéralement, dans les falaises de la vallée du Rhône (Neyron, près Lyon), d'amas boueux non stratifiés (moraines), à cailloux polis et striés, qui s'étendent indifféremment sur lui et sur les nappes diluviennes inférieures, sans se mélanger ni avec l'un ni avec les autres.

5° *Transition au régime actuel.* — Entre la plus grande extension des phénomènes erratiques et l'établissement du régime actuel, il y a eu nécessairement une époque de transition (époque du retrait successif et de la fusion des glaciers). Les phénomènes erratiques ont reculé progressivement jusque dans les hautes régions des Alpes, et les plaines subalpines ont été livrées de nouveau à l'action prédominante des grandes masses d'eau courante. De là, creusement des vallées au sein des *alluvions anciennes* et des dépôts *erratiques*, et remaniement général, dans ces vallées, des produits de toutes les époques quaternaires précédentes; placage de ces dépôts remaniés sur les flancs des vallées (environs de Lyon, M. Fournet); formation d'alluvions à des niveaux décroissants, jusqu'aux alluvions encore submersibles dans les crues des rivières actuelles.

Je n'aurais pas cru devoir revenir sur quelques-uns de ces points qui ne me paraissent nullement nouveaux, mais au contraire généralement admis, si je n'avais eu à répondre en deux mots aux dernières observations de notre savant confrère, M. Gras, et saisi l'occasion de répéter que rien ne me semblerait plus simple que l'histoire de ces terrains qu'on a faite si compliquée. J'espère que, dans la prochaine réunion à Lyon, ces sujets seront de ceux que la Société aura le plus à cœur d'éclairer, et s'il m'est démontré que je suis dans l'erreur, j'aurai du moins la satisfaction d'avoir fait un dernier appel à la solution définitive de ces questions.

*Note sur l'anomalie stratigraphique de Petit-Cœur en Tarantaise.* — Dans un mémoire récent que nous avons cité ci-dessus (*Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, t. XV), M. Favre a reproduit, avec quelques modifications, l'explication proposée par lui, dès 1841 (même recueil, t. IX), pour le fait si controversé de Petit-Cœur. Je suis très disposé, par l'ensemble de mes études stratigraphiques, à adhérer au principe de l'explication dont il s'agit, c'est-à-dire à penser que les couches en litige, à Petit-Cœur, sont en partie repliées et renversées sur elles-mêmes ; mais, dans les détails, l'explication donnée par M. Favre et la coupe théorique qu'il suppose me paraissent difficilement admissibles pour plusieurs raisons.

1° Il existe une différence bien reconnue entre les fossiles des ardoises *inférieures* aux empreintes végétales et ceux des ardoises de Naves, *supérieures* à ces mêmes empreintes : les premiers sont du *lias inférieur* (*Ammonites bisulcatus*, Brug., *Belemnites acutus*, Mill.) ; les seconds sont de grandes Bélemnites, de formes toutes différentes du *B. acutus*, et se rapportant à des types du *lias moyen* ou du *lias supérieur*. Ces deux paquets de couches d'ardoises ne peuvent donc pas être la même assise repliée, comme M. Favre le suppose.

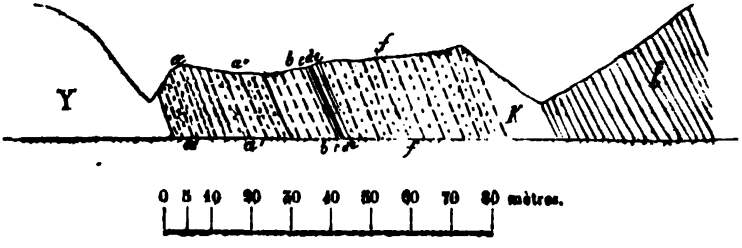
2° Cette même coupe théorique ne rend pas compte de la position ni de l'âge de l'assise de grès qui recouvre immédiatement le terrain primitif. Cependant cette assise de grès est presque aussi épaisse que celle qui surmonte la couche à empreintes végétales, et les caractères minéralogiques de ces deux assises sont à peu près les mêmes ; toutes deux font partie *évidemment* d'une même *formation*.

Je pourrais ajouter que cette coupe théorique suppose, entre les ardoises inférieures et les empreintes végétales, l'existence d'une couche de cargneule dont on ne voit aucune trace, bien que la suite des couches soit très nette sur ce point. D'autre part, la couche de cargneule que M. Favre a découverte sur le chemin qui monte à Naves, à la base des ardoises supérieures contenant les Bélemnites du *lias moyen*, peut bien ne pas exister sur le point où s'observe la coupe en litige, entre le deuxième paquet de grès et les ardoises supérieures. Le fait est seulement que le contact de ces deux groupes de couches est masqué par des débris, et c'est la seule partie de la coupe où l'on puisse, ce me semble, supposer l'existence de quelque couche inaperçue encore ; mais la présence d'une couche de cargneule, même en ce point, à la base du *lias moyen*, ne changerait pas l'état de la question.

Si j'osais, après tant d'autres, hasarder un mot sur cet étrange problème de Petit-Cœur, je dirais, en considérant la succession et les épaisseurs respectives des diverses assises de cette coupe, que l'anomalie me semble consister ici, non pas dans l'intercalation d'une assise de grès à anthracite au sein du terrain du lias, mais, ce qui est bien différent, dans l'intercalation d'une petite assise de *lias inférieur* entre deux masses de grès à anthracite. C'est ainsi que la question a été présentée récemment par M. G. de Mortillet dans sa *Géologie de la Savoie*, et je crois que là est le véritable nœud de la solution. Rien n'est plus fréquent, comme le savent tous ceux qui ont fait des études stratigraphiques dans les Alpes ou même dans le Jura, que ces intercalations de très petits lambeaux d'un terrain plus récent entre les couches d'un terrain plus ancien, repliées sur elles-mêmes. Comme le fait très bien observer M. de Mortillet, le paquet d'ardoises de Petit-Cœur est intercalé dans les grès à anthracite, comme on voit, dans d'autres localités, de minces paquets de couches de ces grès eux-mêmes intercalés dans les terrains cristallisés, et semblant, au premier abord, faire partie de la même formation que les gneiss et les schistes micacés ou talqueux.

Quant au mécanisme de cette intercalation, on s'en rendrait compte en admettant une coupe théorique un peu différente de celle de M. Favre. Dans la figure ci-dessous je représente la coupe *réelle* des terrains de Petit-Cœur, telle que j'en ai pris le croquis sur les lieux, et en donnant aux diverses assises des épaisseurs proportionnelles à leurs épaisseurs réelles; celles-ci ont été mesurées avec soin par M. de Mortillet et consignées dans son ouvrage auquel je les emprunte.

*Coupe des couches de Petit-Cœur en Tarentaise.*




Y, terrain primitif, schistes talqueux, dont les feuillets sont à peu près verticaux et dont la direction est différente de celle des couches qui les recouvrent. — *a*, schistes satinés ou grès schisteux

verdâtres, analogues à ceux qui forment la base du grès à anthracite en Oisans (*Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 14). — *a'*, grès schisteux, micacé, grisâtre, avec des lits de schistes argileux noirs. Épaisseur totale de *a* et *a'*, 25 mètres. — *b*, schistes ardoisiers à petites Bélemnites (*B. acutus*), *Ammonites bisulcatus*, *Rhynchonella*, indét., Entroques pentagonales; 10 mètres. — *c*, argile schisteuse noire; $0^m,50$. — *d*, argile très charbonneuse ou anthracite impure; $0^m,60$. — *e*, schistes argileux à empreintes végétales houillères; $1^m,20$. — *f*, grès alternant avec des lits d'argile schisteuse et contenant des petites veines charbonneuses; ils ressemblent complétement aux grès *a'*. M. Fournet leur donne 10 mètres, et M. de Mortillet, 40 mètres d'épaisseur. Cette différence tient probablement à ce que, sur la droite, ces grès sont en partie masqués par des débris; de telle sorte qu'on ne voit pas nettement la limite entre eux et le commencement de la grande série *l* des ardoises supérieures. Il y a en *k* une discontinuité dans la suite des couches observables, un espace recouvert de débris, dans lequel, d'après M. Favre, doit se trouver une couche de cargneule. Toutes les couches de ces diverses assises sont sensiblement parallèles, et plongent à l'E.-N.-E. sous l'angle de 70 degrés environ.

Maintenant, pour en venir à une coupe théorique, il faut évidemment admettre, dans toute hypothèse, que les grès *f* et les petites couches *e*, *d*, *c*, appartiennent à la même formation que les grès *a* et *a'*. Ceux-ci seraient la partie inférieure du terrain, déposée régulièrement sur les schistes cristallins en stratification discordante. Les couches *f*, *e*, *d*, *c*, seraient une assise plus élevée du même terrain. Sur ce terrain de grès, contenant les empreintes houillères *e* et la couche d'anthracite *d*, il se serait formé plus tard un dépôt de *lias inférieur b*, dont les couches couperaient en biseau celles des grès, mais sous un angle insensible à l'œil. Le terrain de grès aurait été relevé et replié en forme de V très aigu (droit ou renversé, n'importe), et un petit lambeau de lias inférieur se trouverait ainsi pincé et renfermé dans ce repli du grès houiller. Quant aux ardoises supérieures *l*, qui sont des assises du lias appartenant à un étage plus élevé, elles ne se trouveraient en contact avec la *face inférieure* de la deuxième masse de grès *f* que par suite d'une faille et d'un glissement, et il y aurait en *k* une discontinuité complète dans la série des couches, discontinuité qui semble exister en effet.

En résumé, cette explication se réduirait à admettre qu'il y a à Petit-Cœur une *faille* dont un des bords est formé par le lias moyen *l*, l'autre par le terrain primitif Y, recouvert de *grès*

*houiller* (*a*, *a'*, *f*, *e*, *d*, *c*) et d'un petit lambeau de *lias inférieur b*, et que, dans le glissement des deux bords l'un contre l'autre, le paquet formé des couches supérieures du grès houiller et du lias inférieur *b* a été *retroussé* et replié sur une autre partie *a'* du grès houiller.

Quelques légères entailles, pratiquées à divers niveaux dans le ravin de Petit-Cœur, éclairciraient beaucoup, je crois, la solution de cette difficulté tant débattue ; et certes, des dépenses plus grandes que celles qui seraient ici nécessaires ont été faites bien souvent pour des buts scientifiques beaucoup moins importants.

Si l'on trouvait singulier qu'un petit lambeau des couches les plus inférieures du lias pût se trouver *seul* renfermé dans le repli du terrain de grès, je pourrais citer, dans les accidents stratigraphiques qui s'observent au bord des failles dans le Jura, des exemples de cas tout à fait analogues. Je ferai observer, d'autre part, que les fossiles du *lias inférieur* n'ont été trouvés jusqu'ici que sur un très petit nombre de points des Alpes occidentales, tandis que ceux du lias moyen et du lias supérieur, souvent mêlés, s'y retrouvent partout. Il semble donc que le lias inférieur serait réduit, en général, à des dépôts minces, peu étendus, de caractère littoral, comme celui de Petit-Cœur ; il y aurait eu une révolution très étendue, peut-être même quelques bouleversements locaux, entre cette formation et celle des étages moyen et supérieur du même terrain, qui paraissent avoir couvert un espace bien plus continu et plus considérable.

M. Scipion Gras fait remarquer que dès qu'on veut sortir des faits, on se jette dans l'erreur. C'est ainsi que M. Favre prétend tout expliquer par des plissements ; M. Lory prouve aujourd'hui que cette opinion est erronée, et propose à son tour l'hypothèse des failles. Il ne faut pas, au reste, faire dépendre les relations de ces terrains contestés d'une seule localité ; il faut les envisager dans l'ensemble.

M. Barrande fait la communication suivante :

## *Dépôt organique dans les loges aériennes des Orthocères ;* par M. Barrande (Pl. XVIII).

Dans la séance du 23 avril 1855, j'ai fait à la Société une communication relative au *Remplissage organique du siphon dans divers Céphalopodes paléozoïques de la famille des Nautilides*. En

étudiant ce dépôt, je suis arrivé à des résultats qui m'ont permis d'interpréter correctement certaines apparences singulières, qu'on avait jusqu'alors mal comprises, et j'ai pu ramener dans le genre *Orthoceras* des formes classées depuis longues années sous divers noms génériques, encombrant inutilement la nomenclature. Depuis lors, M. E. Billings, paléontologue officiel du Canada, a confirmé mes observations, ainsi que je l'ai constaté dans la séance du 16 février 1857.

Aujourd'hui je viens signaler l'existence d'un dépôt organique analogue, dans l'intérieur des loges aériennes. En expliquant les apparences de ce dépôt, mon but accessoire est également de rectifier une interprétation erronée qui a été faite par un respectable savant ; mais le but principal de mes recherches en cette matière est de contribuer à la connaissance des Nautilides, qui ont relativement fourni peu de sujets d'observation, parce qu'ils sont représentés, dans la faune vivante, par un très petit nombre d'espèces du seul genre *Nautilus*. Or, les espèces connues de ce type, soit dit en passant, ne présentent aucune trace de diverses particularités ou phénomènes, qu'on observe dans d'autres types de la même famille, qui n'ont existé qu'aux temps paléozoïques. Le dépôt organique, soit dans le siphon, soit dans les loges aériennes, est précisément de ce nombre.

Comme plusieurs paléontologues ont été mis sur la voie de ces recherches, soit par mes publications, soit par mes communications particulières, je désire leur fournir de nouveaux éléments d'étude, et en même temps provoquer, dans toutes les contrées paléozoïques, des observations destinées à étendre et à confirmer les résultats que j'ai obtenus, en étudiant mes fossiles de Bohême.

Voici l'ordre de nos études :

I. Nous chercherons d'abord, dans les apparences du dépôt, les preuves de son origine animale. Ces apparences sont :

1° L'ordre de superposition ; 2° la couleur de la substance ; 3° l'irrégularité dans sa forme et son épaisseur ; 4° son étendue restreinte sur les parois d'une même loge aérienne ; 5° son absence sur la paroi du siphon ; 6° sa distribution dans la longueur d'une coquille ; 7° sa position par rapport au siphon.

II. Nous analyserons les opérations par lesquelles le mollusque a donné naissance au dépôt organique.

III. Nous indiquerons les rapports entre le dépôt organique des loges aériennes et celui du siphon.

IV. Nous chercherons à concevoir le but de ces dépôts.

V. Nous signalerons les Nautilides dont les loges aériennes renferment des sécrétions organiques.

VI. Nous rectifierons une interprétation erronée relative à ces dépôts.

## I. Apparences du dépôt organique.

### 1° *Ordre de superposition.*

Il suffit d'avoir vu la section longitudinale d'un Orthocère, pour savoir que toutes ses loges aériennes sont complétement remplies, sauf quelques vides rares et exceptionnels, par diverses substances minérales, les unes sous la forme de roches compactes, et les autres à l'état cristallin. Ces substances se rencontrent soit isolément dans les loges diverses d'un même spécimen, soit dans une seule et même loge aérienne. Leurs nuances, leurs limites et leur position réciproque sont toujours assez bien définies, pour que les différentes matières ne puissent jamais être confondues. On peut même reconnaître quel a été le mode d'introduction dans l'intérieur du fossile, de celles qui sont venues du dehors après la mort du mollusque, et qui constituent la fossilisation proprement dite de la coquille. On conçoit enfin que, dans l'espace étroit d'une loge aérienne tout aussi bien que dans un bassin géologique, l'ordre de superposition des diverses couches, à partir de la base des dépôts, indique d'une manière infaillible leur ancienneté relative.

Par suite de cette dernière considération, il est clair que le dépôt organique, ayant précédé l'introduction de toute substance étrangère dans les loges aériennes, ne peut se trouver qu'en contact immédiat avec les parois de celles-ci, et qu'il doit être recouvert par les matières fossilisantes, sans que cet ordre de superposition puisse être jamais interverti. Nous trouvons, en effet, en contact avec certaines parois des loges, une substance qui attire notre attention par sa couleur et par ses autres apparences.

### 2° *Couleur du dépôt organique.*

Nous ferons d'abord remarquer que, dans nos Orthocères de Bohême, toutes les matières qui remplissent les loges aériennes sont de nature calcaire. Par une rare exception, d'autres substances, telles que la silice, la pyrite et le carbone, s'y trouvent mêlées. Or, les calcaires compactes, dans lesquels le plus grand nombre de nos Orthocères sont ensevelis, sur l'horizon de notre

étage E, présentent constamment une teinte foncée, qui passe même jusqu'au noir. Au contraire, les dépôts cristallins qui se sont formés par la voie chimique, dans l'intérieur des loges aériennes, consistent en spath calcaire plus ou moins pur, et par conséquent d'une teinte qui approche du blanc. Le dépôt organique se fait aisément remarquer entre ces deux couleurs contrastantes par sa nuance intermédiaire, tantôt plus ou moins foncée, mais sans atteindre l'aspect des roches compactes; tantôt plus ou moins claire, mais sans qu'on puisse la confondre avec celle des dépôts chimiques.

La teinte du dépôt organique dans les loges aériennes est d'ailleurs très semblable à celle des anneaux obstructeurs, que l'on voit tout à côté dans le siphon des mêmes individus. C'est une harmonie à laquelle on pouvait bien s'attendre, à cause de l'origine commune de ces deux substances, provenant également des sécrétions du même mollusque. Dans l'une et dans l'autre, la couleur plus ou moins foncée que nous signalons semble indiquer la présence d'une certaine quantité de carbone. L'existence de ce principe colorant se conçoit aisément dans un produit animal, malgré toutes les réactions qu'il peut avoir subies depuis l'enfouissement de la coquille. Du reste, ces réactions moléculaires, quelque puissantes qu'elles aient été, n'ont pas toujours complétement effacé les traces de la structure nacrée, que possédaient originairement ces dépôts organiques, comme tous ceux qui existent dans les coquilles vivantes. Nous retrouvons en effet, çà et là, sur leur surface, des reflets chatoyants, qui rappellent ceux de la nacre. Le plus souvent, cependant, la structure primitive a complétement disparu, pour faire place à une cristallisation analogue à celle qu'on observe dans le test des mollusques ou dans les diverses parties des Encrines.

Si l'on combine ensemble ces deux premières indications relatives, l'une au gisement immédiat sur les parois des loges aériennes et l'autre à la couleur, le dépôt organique doit être reconnu sans hésitation par l'œil le moins exercé en cette matière. Nous mettons sous les yeux des lecteurs quelques figures empruntées aux nombreuses planches consacrées à cette étude, dans le volume II de notre ouvrage. Ces figures présentent des exemples des principales combinaisons, dont nous donnons ci-après l'explication détaillée.

Remarquons avant tout l'ordre de superposition des diverses substances, dont nous avons déjà indiqué la présence dans les loges aériennes (voir *Orthoceras rivale*, (pl. XVIII, fig. 1).

Dans diverses loges de ce spécimen, la vase calcaire noire, très reconnaissable par sa couleur, a pénétré dans l'intérieur par l'ouverture du siphon. Partout où les éléments de cet organe sont partiellement détruits, cette vase s'est étendue dans les loges aériennes, et nous la voyons reposant sur la surface du dépôt organique. Au contraire, nous n'en trouvons aucune trace sur ce dépôt, dans les loges qui ont conservé leur siphon intact. Dans ce cas, la vase calcaire est restée appliquée sur la paroi du siphon. Il est bon de remarquer, que cette paroi est justement la plus voisine du dépôt organique, et contribue à indiquer le plan de gisement de la coquille, au fond des eaux.

Dans d'autres loges, dont les parois sont restées intactes, aussi bien que celles du siphon, des fluides chargés de solutions calcaires, ayant pénétré par infiltration, ont fini par remplir l'espace interne, et ils y ont formé des dépôts cristallins, en couches superposées, ayant des nuances variées. Ces couches spathiques recouvrent uniformément le dépôt organique, en se ployant selon tous ses contours quelconques. Si quelque loge a été partiellement envahie par une injection vaseuse, les couches spathiques recouvrent le calcaire compacte tout aussi bien que le dépôt organique. Dans d'autres cas, l'ordre relatif de superposition des substances introduites se trouve renversé. Alors les dépôts cristallins provenant de la voie chimique se trouvent interrompus et recouverts par le calcaire compacte, subitement injecté par quelque brisure. Ces diverses combinaisons n'influent en rien sur la position relative du dépôt organique, qui occupe invariablement la position la plus basse, en contact immédiat avec les parois des loges aériennes (voir *Orthoceras Vibrayei*, pl. XVIII, fig. 9).

Tous ces faits, qui se reproduisent avec une constance remarquable, dans un grand nombre de nos spécimens, confirment la détermination du dépôt organique, à l'aide seulement de sa couleur et de sa position. Cette détermination va devenir de plus en plus évidente, par la considération des autres apparences, qui nous restent à étudier.

### 3° *Irrégularité dans les formes et dans l'épaisseur du dépôt organique.*

Si l'on parcourt les différentes figures sur lesquelles le dépôt organique se trouve indiqué, on doit remarquer le caractère frappant d'irrégularité, qui le distingue sous divers rapports.

*a*. Sa surface est toujours inégale et elle est souvent mamelon-

née. Ces deux circonstances rendent son épaisseur très irrégulière sur une même paroi.

*b.* Il est quelquefois réduit à des globules plus ou moins isolés, et dont la position est inconstante, dans les diverses loges aériennes d'un même spécimen. Exemple : *Orthoceras Jonesi*, pl. XVIII, fig. 13.

*c.* Si l'on compare deux loges contiguës, dans une espèce quelconque, le défaut d'uniformité du dépôt organique se manifeste d'une manière frappante, sur les deux faces opposées d'une même cloison ; car son étendue et son épaisseur sont inégales sur la face concave et sur la face convexe. Ces deux dimensions prédominent tantôt sur la première, tantôt sur la seconde paroi ; quelquefois aussi le dépôt organique existe sur le côté concave, tandis qu'il manque complétement sur le côté convexe, par exemple dans l'*Orthoceras mendax*, pl. XVIII, fig. 4. Nous connaissons aussi des exemples d'une distribution inverse, c'est-à-dire que nous voyons le dépôt existant sur la surface convexe et manquant totalement sur la surface concave. Cette combinaison est rare, et nous ne possédons que peu de spécimens dans lesquels on puisse l'observer ; ils sont figurés dans notre volume II.

### 4° *Étendue restreinte du dépôt organique sur les parois d'une même loge aérienne.*

Dans le cas où le dépôt organique présente le développement le plus complet et le moins irrégulier, son étendue n'embrasse jamais toute la superficie des parois d'une même loge aérienne, bien que ces parois fussent également libres pour le recevoir, à l'époque où il a été formé. Déterminons d'abord comment ce dépôt est orienté par rapport au corps du mollusque qui, comme on sait, est bilatéral ; il nous sera plus aisé ensuite de tracer les limites restreintes de son étendue, sur les parois diverses d'une même loge.

Toutes les sections longitudinales de nos Orthocères étant dirigées selon le plan médian, le seul qui partage la coquille et le mollusque en deux parties égales et symétriques, les apparences qu'elles nous révèlent sont parfaitement comparables ; elles nous permettent donc de constater exactement la position relative du dépôt qui nous occupe, soit par rapport à la coquille, soit par rapport à l'animal qui l'a construite. Or, ces sections nous montrent, que ce dépôt réside principalement dans l'une des moitiés de chaque loge, et que cette moitié est la même, par rapport

à l'axe, dans toute l'étendue d'un même fossile. Le côté occupé par la matière organique correspond au bord ventral du mollusque. Ce bord est bien déterminé, ainsi que nous le démontrerons dans nos études générales sur les Nautilides, par le sinus plus ou moins prononcé des ornements transverses. En effet, ce sinus représente l'échancrure du bord de l'orifice, au droit de l'entonnoir, ou tube locomoteur des céphalopodes, placé sur le côté ventral, selon tous les zoologues.

Au moyen de cette orientation, nous constatons que le dépôt organique, dès qu'il existe, même en faible proportion, recouvre la paroi interne du test de la coquille du côté ventral, tandis qu'il n'apparaît sur la paroi interne opposée, ou dorsale, que lorsqu'il est très fortement développé, comme dans *Orthoceras* indéterminé, pl. XVIII, fig. 11.

A partir de cette surface centrale du dépôt, il s'étend dans chaque loge, sur les parois attenantes des deux cloisons, c'est-à-dire sur leurs moitiés ventrales. Il recouvre aussi bien la paroi concave qui forme le sol, que la paroi convexe, qui forme le toit de la loge considérée ; mais, lorsqu'il n'est pas fortement développé, au lieu de se prolonger sur ces deux surfaces jusqu'au siphon, il s'interrompt brusquement à une certaine distance de la paroi siphonale, puis, nous le voyons reparaître de l'autre côté du siphon, avec une épaisseur réduite et rapidement décroissante, qui finit par disparaître avant d'atteindre la paroi interne et dorsale de la coquille.

Ces allures sont exclusivement propres au dépôt organique, et elles ne sont point reproduites par les substances étrangères, qui contribuent à remplir les cavités aériennes des Orthocères.

### 5° *Absence du dépôt organique sur la paroi du siphon.*

Nous avons dû mentionner l'interruption qu'éprouve le dépôt organique, dans le voisinage du siphon. Cette irrégularité paraîtra plus grave si l'on remarque, que ce dépôt ne s'applique jamais *directement* sur la paroi siphonale. Nous disons *directement*, parce que l'on voit, dans quelques figures, les extrémités des éléments du siphon engagées dans le dépôt organique. Cette apparence s'explique aisément, si l'on considère que le siphon doit nécessairement traverser les couches déposées sur la surface contiguë des cloisons. Mais il est constant que le dépôt organique ne s'étend jamais sur la paroi siphonale, au delà de l'épaisseur propre à ces couches. Dans tous les cas, la majeure partie de cette surface reste

entièrement libre. Ainsi, le siphon n'est pas recouvert directement, mais seulement d'une manière indirecte, par le dépôt organique. Cette anomalie devient encore plus frappante, lorsque ce dépôt s'étend, non-seulement sur toute la superficie des cloisons formant le sol et le toit d'une loge, mais aussi sur toutes les parois internes de la coquille, à partir de la surface ventrale, jusques et y compris la surface dorsale, car la paroi siphonale se trouve alors la seule exceptée. C'est ce que l'on voit dans l'*Orthoceras* indéterminé, fig. 11. On pourrait donc dire, en employant l'expression poétique des anciens observateurs de la nature, que la surface du siphon, exposée dans l'intérieur des loges aériennes, *a horreur* du dépôt organique. Cette *horreur* n'est qu'apparente, et elle n'existe pas sur sa surface interne, ainsi qu'il résulte de nos précédents travaux, où nous avons signalé la présence des anneaux obstructeurs, dans le canal du siphon.

Nous verrons tout à l'heure que la succession des opérations que nous concevons, dans la progression du mollusque vers le gros bout de sa coquille, permet d'expliquer d'une manière naturelle et très plausible, pourquoi le dépôt organique n'a pas pu s'appliquer directement sur la surface siphonale, dans les loges aériennes.

Après avoir exposé ces faits, qui constatent l'irrégularité du dépôt organique, arrêtons-nous un instant, pour considérer combien ils contrastent avec les apparences que l'on observe dans les allures régulières des couches cristallines, déposées par la voie chimique.

En effet, si une loge aérienne, soit complétement vide, soit partiellement occupée par des matières étrangères, vient à être remplie d'un liquide quelconque, par voie d'infiltration et sans aucune brisure, ni des parois, ni du siphon, ce liquide tapisse toutes les superficies quelconques avec lesquelles il se trouve en contact, par une couche spathique, uniforme, qui se ploie exactement à tous leurs contours. Ainsi, non-seulement les parois des deux cloisons formant le sol et le toit de la loge, toute la paroi interne de la coquille, mais encore la surface du siphon et celle des corps étrangers, s'il en existe, sont également recouvertes par le dépôt cristallin, sans qu'il reste aucune partie de la superficie accessible qui en soit exempte. Nous offrons de nombreux exemples de ces dépôts chimiques, en couches uniformes et régulières, dans les sections de nos céphalopodes, figurées sur les planches de notre volume II. Cette disposition peut donc être considérée comme générale, sauf de rares exceptions dues à des causes particulières, qui ne sauraient être invoquées dans les cas qui nous occupent.

Puisque la substance, que nous considérons comme un dépôt organique, affecte des allures irrégulières, entièrement opposées à celles que nous montrent les dépôts chimiques, nous sommes en droit de considérer ce fait, comme une preuve de l'origine animale de cette matière. On sait que les sécrétions animales, bien qu'elles prennent parfois une apparence régulière, ne sont pas soumises aux mêmes lois que les dépôts chimiques ou sédimentaires. Nous citerons comme exemple les formes bizarres qu'offrent les globules nacrés, anormaux, que l'on rencontre dans les coquilles de divers mollusques, et dont les Chinois nous ont enseigné à provoquer artificiellement la formation. Parmi les produits irréguliers de ces sécrétions, la perle ronde et régulière est une forme exceptionnelle, et le prix qu'on y attache est une preuve de sa rareté.

En somme, toutes les apparences du dépôt organique que nous venons de considérer portent un caractère d'irrégularité qui nous oblige à recourir à une origine animale, pour expliquer sa formation. Nous avons maintenant à exposer une autre apparence de ce dépôt, la seule qui nous frappe par sa régularité, et qui, cependant, ne peut être expliquée qu'en invoquant la même cause.

6° *Distribution du dépôt organique dans la longueur d'une coquille.*

En jetant les yeux sur les figures que nous donnons, on reconnaît que le volume du dépôt varie d'une manière rapide, en allant d'un bout à l'autre de la coquille. Il est beaucoup plus développé vers le petit bout, et il diminue graduellement, lorsqu'on s'élève vers la grande chambre. Il serait difficile de constater suivant quelle loi se fait cette diminution graduelle, mais on conçoit qu'un pareil calcul serait superflu, dans une semblable question.

Dans divers spécimens nous constatons que, lorsqu'on arrive à une certaine hauteur dans la coquille, le dépôt disparaît sur la face convexe des cloisons, tandis qu'il persiste encore sur leur face concave. Celle-ci devient libre à son tour, ainsi que la paroi ventrale de la coquille, de sorte que, dans les dernières loges, la matière animale ne laisse plus aucune trace. La combinaison inverse a aussi lieu quelquefois, et l'on voit le dépôt organique encore persistant sur la paroi convexe des cloisons, tandis qu'il a déjà disparu sur la paroi concave. La disparition finale est la même dans les deux cas, au voisinage de la grande chambre.

Le fait de ces diminution et disparition, qui s'opère d'une manière à peu près régulière et semblable, dans tous les spécimens

et dans toutes les espèces que nous observons, suffit pour prouver que c'est bien un phénomène organique, en rapport avec les diverses périodes successives de la vie. Au jeune âge, la faculté de sécrétion paraît à son maximum, dans toutes les formes spécifiques, tandis qu'elle s'affaiblit graduellement durant la croissance de chaque individu, et finit par disparaître complétement, lorsque celui-ci atteint l'âge adulte. En effet, nous ne trouvons jamais la trace de ce dépôt organique au fond de la grande chambre des adultes, ni dans les loges aériennes placées immédiatement au-dessous, ainsi que nous venons de le dire.

Si ce produit dérivait d'une cause inorganique, on ne conçoit pas pourquoi il ne se rencontrerait jamais dans les loges que nous venons d'indiquer. On concevrait encore moins, pourquoi son volume présenterait une décroissance constante dans tous les individus, à partir de la pointe de la coquille, jusqu'aux environs de la grande chambre. Les dépôts introduits dans la coquille, après la mort de l'animal, sont distribués d'une manière très irrégulière dans les diverses loges, suivant les spécimens. Leur quantité relative est variable suivant des circonstances accidentelles, et jamais elle ne se présente dans l'étendue d'un Orthocère avec la régularité que nous venons de signaler dans la substance organique.

Ainsi, cette régularité dans la distribution verticale du dépôt, sur la longueur de chaque coquille, vient confirmer les preuves de son origine animale, que nous avons déduites des nombreuses irrégularités de ses autres apparences expliquées ci-dessus.

### 7° *Position du dépôt organique par rapport au siphon.*

L'origine organique de ce dépôt est encore confirmée par une considération d'un ordre tout différent de celles que nous venons d'exposer, car elle repose sur l'application la plus simple des lois de la statique. Cette considération nous est fournie par la position relative de cette substance organique et du siphon.

Bien que l'on trouve ce dépôt dans des espèces qui ont le siphon central, il est principalement développé dans certains Orthocères, qui ont un siphon un peu large, plus ou moins excentrique, et dont le canal présente des anneaux obstructeurs. On voit plusieurs espèces qui montrent cette combinaison, parmi celles dont nous donnons les figures. Du reste, la forme des éléments du siphon, soit cylindrique, soit sphéroïdale, coexiste avec la présence de la

matière organique dans les cavités aériennes, et nous en figurons des exemples dans les planches de notre volume II.

Or, on reconnaît au premier coup d'œil, dans tous les Orthocères à siphon excentrique, que le dépôt en question est placé, par rapport à l'axe, du côté diamétralement opposé à cet organe. Cette position relative n'est explicable qu'en admettant l'origine animale de la substance que nous étudions.

En effet, supposons pour un instant, qu'au lieu du produit d'une sécrétion animale, nous avons sous les yeux une matière d'origine purement inorganique. Cette substance étant toujours immédiatement appliquée sur les parois de la loge aérienne, et se trouvant aussi constamment recouverte par les autres matières étrangères, ainsi que nous l'avons constaté ci-dessus, il est évident qu'elle a dû être introduite la première dans l'espace occupé. D'ailleurs, son étendue partielle sur les parois de la loge excluant l'idée d'un dépôt général par un liquide remplissant toute la cavité, on ne pourrait attribuer son existence qu'à un suintement, ou à une infiltration lente, qui n'aurait atteint que la partie des surfaces où nous voyons le dépôt.

Il faudrait donc, d'après ces deux observations, reporter l'origine de ce dépôt à l'époque où la coquille, récemment dégagée de son mollusque, flottait au gré des vagues, ou bien reposait paisiblement sur quelque haut-fond, sans cesser d'être en contact avec les eaux. Or, dans ces deux cas, la position statique de la coquille était bien déterminée par l'excentricité de son siphon. Il est clair, en effet, que cet organe, plus ou moins chargé lui-même par les anneaux obstructeurs, devait entraîner avec lui le centre de gravité. Par conséquent, le siphon devait se trouver sur la ligne la plus basse, afin de satisfaire à la loi d'équilibre stable, qui veut que le centre de gravité d'un corps libre occupe le point le plus bas. Nous observons en effet le siphon dans cette position, toutes les fois qu'il n'existe aucun dépôt organique dans les loges aériennes.

Si le siphon occupait la position la plus basse, le dépôt, que nous voyons situé sur le côté opposé de la coquille, aurait donc dû se former sur les parois les plus élevées de celle-ci. C'est ce qui nous semble impossible, car l'eau provenant des suintements devait nécessairement se rassembler sur la paroi concave inférieure et voisine du siphon.

On sait en effet que, durant la vie du mollusque, les loges aériennes sont remplies de gaz, qui restent dans leur intérieur, longtemps après la mort et la décomposition de l'animal, c'est-à-

dire tant que les parois de la coquille, celles des cloisons et du siphon, n'ont pas éprouvé de fissures par lesquelles ils puissent se dégager. C'est ce que nous observons dans les Nautiles actuels, dont les coquilles flottantes restent indéfiniment étanches, sans que l'on ait jamais découvert dans leur intérieur les traces de l'introduction de l'eau de mer, tant qu'elles sont intactes. Ce fait est constaté par beaucoup d'observateurs.

Ainsi, lorsqu'un Orthocère, conservant les gaz enfermés dans ses loges aériennes, flottait dans les eaux ou gisait paisiblement au fond de la mer, la partie supérieure de chaque loge, c'est-à-dire celle qui est opposée au siphon, était occupée par un fluide aériforme. Par conséquent, le liquide introduit ne pouvait pas se rassembler dans la cavité occupée par l'air, et devait, au contraire, nécessairement séjourner dans la cavité opposée ou la plus basse, c'est-à-dire dans la région la plus voisine du siphon. Si ce liquide produisait un sédiment ou une couche cristalline partielle, nous devrions donc la trouver près du siphon, et non sur la paroi diamétralement opposée de chaque loge.

Cette conclusion, à laquelle nous sommes forcément conduit par notre hypothèse, est précisément l'opposé de la réalité. L'hypothèse d'où nous sommes parti ne saurait donc être admise, et nous sommes forcés de reconnaître que le dépôt, objet de nos études, ne peut pas dériver d'une infiltration partielle dans la coquille. Nous avons précédemment démontré que ce même dépôt ne pouvait pas résulter, par voie chimique, d'un liquide remplissant complétement les loges aériennes. Il serait donc impossible de concevoir pour lui une origine inorganique, et par conséquent nous devons le considérer comme le produit d'une sécrétion animale.

Nos conclusions sont enfin confirmées par ce fait, que la vase noire, lorsqu'elle a pénétré, soit dans les loges aériennes, soit dans le siphon, est toujours placée du même côté que le dépôt organique, qui déterminait par son poids la position de l'Orthocère, sur le plan de gisement.

## II. Opérations du mollusque qui produisent les apparences du dépôt organique.

Essayons maintenant de nous rendre compte des opérations par lesquelles le mollusque a donné naissance au dépôt organique et à toutes les apparences singulières que nous avons signalées ci-dessus. Ces opérations sont très simples.

On sait que tout céphalopode s'élève successivement dans sa coquille, en établissant derrière lui des cloisons, qui constatent à la fois des mouvements de progression et des stations périodiques. Pour fixer nos idées, concevons le mollusque en repos dans l'une de ces stations, c'est-à-dire appliqué, par le fond de son sac ou manteau, sur la cloison qu'il vient de construire. Cette cloison représente à peu près une calotte sphérique, et, si on l'examine avec attention, on reconnaît qu'elle est composée de plusieurs couches calcaires, successives et d'apparence distincte. C'est un sujet que nous traitons dans nos études générales, mais, pour ne pas compliquer la question, nous ferons abstraction, pour le moment, de cette structure, en supposant que la cloison ne représente qu'une seule couche homogène. Nous appliquerons la même simplification à l'enveloppe siphonale, qui est aussi constituée par diverses couches concentriques, faciles à distinguer dans les Nautiles vivants, comme aussi dans *Nautilus Aturi* des terrains tertiaires, et même dans certains céphalopodes paléozoïques.

La construction de la cloison suppose une sécrétion simultanée de la même matière calcaire, par tout le fond ou calotte du manteau, qui est en contact avec elle. Mais cette sécrétion générale n'a lieu que pendant un temps déterminé, puisque l'épaisseur de toutes les cloisons est régulière et presque constante sur toute la longueur du fossile, abstraction faite de l'augmentation naturelle, mais peu considérable, qui a lieu en raison du diamètre. Au moment où la cloison est terminée, la faculté de sécrétion est suspendue sur une grande partie de la surface du fond du manteau, tandis qu'elle persiste sur l'autre. D'après la position ci-dessus établie du dépôt organique, c'est la région ventrale qui conserve la faculté de sécrétion, mais non plus avec la même uniformité, car le produit qui en résulte est irrégulier, et contraste avec la régularité de la cloison. A mesure que ce produit recouvre la moitié ventrale, en s'étendant même peu à peu sur la moitié dorsale, avec une épaisseur réduite, le fond du sac se trouve graduellement bosselé et soulevé, de sorte qu'une partie de sa surface ne repose plus immédiatement sur la cloison, mais sur le dépôt qui se forme. Cette accumulation de la substance sécrétée se continue jusqu'au retour de l'époque périodique de la progression du mollusque vers le haut. Alors, le manteau se détache à la fois, mais lentement, de toute la surface sur laquelle il reposait, et, se trouvant libre, il reprend sa forme arrondie. Dès ce moment, aucune sécrétion ne peut s'ajouter à la masse déposée sur la

cloison, qui vient d'être abandonnée. Mais comme la sécrétion continue, le produit solide qui en résulte reste fixé à la calotte elle-même du manteau, pendant la progression. Seulement, comme le bord de la surface sécrétante reste en contact avec la paroi ventrale du test de la coquille, cette paroi continue à recevoir la matière exsudée, jusqu'à ce que le mollusque s'arrête dans sa prochaine station. Alors une nouvelle cloison est construite comme la précédente, mais elle se trouve chargée, sur sa face inférieure, par toute la substance sécrétée, qui était restée attachée au manteau, durant le temps du mouvement ascensionnel.

S'il arrive que la sécrétion soit suspendue durant ce mouvement, la face inférieure ou convexe de la cloison reste libre. C'est ce que l'on observe dans les loges les plus élevées, qui correspondent à l'approche de l'âge adulte, durant lequel la faculté de sécrétion disparaît.

Cette suite d'opérations nous rend compte de la présence du dépôt organique sur les parois où nous l'observons, savoir : la face ventrale du test, celle de la cloison formant le sol de la loge et celle de la cloison qui en forme le toit. On conçoit aussi que, par l'extension plus ou moins grande de la surface sécrétante, non-seulement le bord ventral, mais toute la paroi interne de la coquille, jusques et y compris le bord dorsal, peut être chargée du dépôt animal.

Quant à la restriction de la faculté de sécrétion, que nous admettons dans notre interprétation, c'est un fait semblable à celui que nous croyons avoir suffisamment établi, dans nos *Études sur le remplissage organique du siphon*, où nous démontrons l'existence d'anneaux obstructeurs, isolés et séparés, résultant de l'exsudation de certaines bandes du cordon charnu, occupant la cavité siphonale.

Il nous reste à expliquer pourquoi le dépôt organique ne s'applique pas directement sur le siphon. Reportons-nous à la station inférieure, lorsque le mollusque repose sur la cloison. A cette époque, l'élément futur du siphon n'existe pas encore, et le cordon charnu autour duquel il doit se former par sécrétion n'a pas commencé à se développer. Ce développement ne commence qu'au moment où le fond du sac se détache de la cloison. A mesure que le cordon s'allonge par croissance, en raison de la progression verticale du mollusque, il se recouvre immédiatement de l'enveloppe siphonale. Celle-ci est isolée et sans aucun contact avec la surface sécrétante du fond du manteau, qui suit le même mouvement vers le haut. Le siphon ne peut donc recevoir aucun dépôt orga-

nique, et il reste nécessairement libre, dans toute son étendue, jusqu'à la cloison supérieure.

L'interprétation que nous venons de donner étant une fois admise, comme expliquant d'une manière plausible toutes les apparences du dépôt organique, dans l'intérieur des loges aériennes, on pourrait en tirer une conséquence intéressante, par rapport au mouvement du mollusque dans sa coquille. En effet, si nous regardons l'épaisseur des sécrétions comme à peu près proportionnelle au temps, nous sommes amené à reconnaître que la durée de la station du mollusque, sur chacune des cloisons, est à peu près égale à celle de son mouvement de progression jusqu'à la cloison suivante; car, dans beaucoup de loges, l'épaisseur du dépôt sur le sol et sur le toit est très peu différente.

Dans tous les cas, l'existence du dépôt organique sur le toit de chaque loge prouve qu'il doit s'écouler un temps notable, durant le mouvement du mollusque entre deux stations. Il serait donc impossible d'admettre, comme l'a fait Alcide d'Orbigny, que le mollusque se déplace brusquement dans sa coquille (*Moll. viv. et foss.*, p. 145).

Le fait de la progression lente étant une fois établi, pour les espèces qui nous présentent un dépôt organique dans leurs loges aériennes, l'analogie nous conduit naturellement à admettre un mouvement semblable, pour les autres céphalopodes de cette famille, durant leur ascension d'une cloison à la cloison supérieure.

### III. Rapports entre le dépôt organique des loges aériennes et celui du siphon.

Il paraît à peu près constant que ces deux dépôts de même origine, mais de position différente dans la coquille, coexistent ordinairement; c'est du moins ce que nous avons observé dans un très grand nombre d'Orthocères, dont nous avons étudié la section longitudinale. Nous n'entendons parler en ce moment que des Orthocères ordinairement nommés *regulares*, et dont le siphon ne présente jamais de très grandes dimensions. Nous aurons occasion, dans le chapitre suivant, de considérer les autres groupes dits *vaginati* et *cochleati*, dont le siphon est à la fois remarquable par sa largeur, et par la matière organique qui obstrue la majeure partie de sa capacité.

Nous avons déjà indiqué, ci-dessus, la ressemblance qui existe dans la couleur de ces deux dépôts. Cependant nous voyons, dans quelques cas, que les anneaux obstructeurs offrent une teinte plus

foncée que celle de la matière organique déposée dans les loges aériennes. Cette différence peut tenir aux réactions qui ont eu lieu depuis la fossilisation. Cette manière de voir nous semble confirmée par ce fait, que le dépôt organique des loges aériennes est habituellement moins coloré vers la pointe de la coquille que dans sa partie supérieure. Comme c'est aussi la région où ce dépôt présente son maximum d'épaisseur, on pourrait concevoir, que cette circonstance a contribué à rendre plus intense la réaction, qui a affaibli la teinte naturelle.

La coexistence des deux dépôts, l'un dans le siphon et l'autre dans les loges aériennes, ne paraît pas accompagnée par un égal développement. Nous voyons, en effet, des anneaux obstructeurs exigus dans certains spécimens, dont les loges aériennes sont très chargées de matière organique. Au contraire, cette dernière est quelquefois très réduite en volume, dans des individus dont le siphon présente des anneaux obstructeurs très développés. Il semblerait, dans ces deux cas, que l'un des dépôts peut être considéré comme le complément ou le supplément de l'autre. Enfin, nous avons aussi sous les yeux des spécimens, dans lesquels les anneaux obstructeurs sont notablement développés, sans que la région correspondante des loges aériennes nous montre aucune trace du dépôt organique. Le cas contraire, c'est-à-dire le manque total des anneaux obstructeurs, tandis qu'il existerait un dépôt animal dans les loges aériennes, n'a été que très rarement constaté jusqu'à ce jour (voir *Orthoceras socium*, pl. XVIII, fig. 16).

La distribution des deux dépôts comparés, dans la longueur d'une coquille, montre une parfaite harmonie en ce que nous trouvons, dans l'un et dans l'autre, le volume maximum vers la pointe. A partir de cette région, nous constatons pour tous les deux une décroissance graduelle, jusqu'au voisinage de la grande chambre, où ils disparaissent l'un et l'autre. Il faut cependant remarquer que le dépôt dans les loges aériennes correspond, pour chacune d'elles, à un temps limité, c'est-à-dire à une station et à une période d'ascension. Dans le siphon, au contraire, le cordon charnu continue à sécréter et à grossir les anneaux obstructeurs, à la fois dans toute la longueur du siphon, tant qu'il n'est pas oblitéré et réduit à l'inaction, par la pression qu'exercent sur lui ces dépôts annulaires.

Il semblerait que les deux dépôts cessent presque simultanément, à la même hauteur, dans une même coquille. Cependant, il n'existe pas, sous ce rapport, une rigoureuse uniformité ; mais on peut dire que la faculté de sécrétion disparaissait à peu près en

même temps, sur le cordon charnu et sur la calotte formant le fond du manteau.

La position relative des deux dépôts comparés nous paraît inconstante ; mais cette inconstance ne tient qu'aux anneaux du siphon. Nous avons établi ci-dessus que, dans les loges aériennes, le dépôt organique présente toujours son plus grand volume au voisinage de la paroi ventrale du mollusque ou de la coquille. Or, en comparant nos spécimens, nous remarquons que la section la plus volumineuse des anneaux correspond, tantôt à celle de la matière organique dans les loges aériennes, c'est-à-dire au côté ventral, et tantôt au côté opposé ou dorsal. Ainsi, il n'y a pas une harmonie complète dans la position réciproque de ces deux dépôts.

Tout ce que nous venons de dire est relatif au cas seulement où le dépôt organique, dans l'intérieur du siphon, se présente sous la forme d'anneaux obstructeurs. Nous avons peu d'observations à signaler dans le cas où ce dépôt prend la forme de lamelles rayonnantes ; car, parmi plus de 200 espèces d'Orthocères de la Bohême que nous décrivons, une seule, *Orthoceras victor*, nous présente de semblables lamelles. Or, dans cette espèce, les loges aériennes ne nous montrent aucun vestige du dépôt organique. Quant aux Orthocères étrangers, dont le siphon est aussi obstrué par des lamelles rayonnantes, comme *Orthoceras triangulare* des contrées rhénanes et dévoniennes, nous n'en connaissons aucune section longitudinale, qui montre le remplissage des loges aériennes. Il nous est donc impossible de savoir si le dépôt organique existe dans les loges de cette espèce.

## IV. But du dépôt organique.

L'existence du dépôt organique dans les loges aériennes étant une fois constatée, on est conduit à se demander quel en était le but. Nous ne pouvons, sous ce rapport, chercher une solution dans l'étude des céphalopodes vivants, puisque les Nautiles de nos mers, ainsi que nous l'avons déjà dit, ne présentent dans leur coquille aucune trace d'une pareille sécrétion. Nous sommes donc réduit à des conjectures, d'après les seules apparences de nos fossiles, et nous sommes ramené aux mêmes considérations, que nous avons déjà exposées, au sujet du dépôt organique dans l'intérieur du siphon.

*a*. D'abord, la plupart des Orthocères, qui nous montrent un dépôt organique dans leurs loges aériennes, ont une coquille allongée et dont le diamètre devient assez considérable au gros

bout. Nous les nommons Orthocères *longicones*, par opposition aux Orthocères *brevicones*, dont la coquille est relativement courte et présente un angle apicial beaucoup plus ouvert. Or, dans les coquilles longicones, la longueur de la grande chambre occupe tout au plus un quart de l'étendue totale du fossile, et le plus souvent une proportion beaucoup moindre. Cette grande loge représente le volume de l'animal à peu près complet. On sait que la densité moyenne d'un mollusque ne diffère pas beaucoup de celle de l'eau de la mer. Ainsi, pour faire flotter un semblable corps, il suffisait d'un flotteur à air peu considérable. Nous voyons, au contraire, que la longue série des loges aériennes constitue un volume de beaucoup supérieur à celui du mollusque. Par conséquent, la puissance flottante de la partie cloisonnée, si elle eût été entièrement remplie d'air, aurait été trop énergique, pour ne pas contrarier les mouvements de l'animal. En effet, il faut nous rappeler que la densité de l'air est très minime par rapport à celle de l'eau, dont elle ne représente que 1/773. Il semblerait donc que le dépôt organique, dans les loges aériennes, était destiné à diminuer le volume d'air qu'elles contiennent, et à former un contrepoids contre leur tendance ascensionnelle trop puissante.

*b*. En second lieu, l'ensemble de l'animal et de la coquille offrait un volume relatif très grand et une masse peu considérable. Or, un semblable corps, plongé dans un liquide, est difficile à mouvoir et impropre à conserver une impulsion donnée ; car, faute d'un poids suffisant, il ne saurait acquérir une quantité de mouvement un peu considérable. La nature aurait suppléé à ce manque, par l'accumulation du dépôt organique dans les loges aériennes, à peu près comme on prolonge et régularise le mouvement donné à une machine, par l'addition d'une roue pesante, qu'on nomme le volant. Nous répétons cette considération à peu près dans les mêmes termes, que nous avons employés en 1855, au sujet du dépôt organique dans le large siphon des Orthocères des groupes dits *vaginati* et *cochleati*. Il nous semble, en effet, que le dépôt organique, dans les loges aériennes, doit remplir un but analogue à celui du dépôt dans le siphon ; seulement la matière formant le lest a changé de lieu, et comme elle ne pouvait pas être placée dans les siphons étroits des Orthocères *regulares* et autres, elle a été transportée dans leurs loges aériennes. On pourrait dire de même, que ce contre-poids, ne pouvant pas être placé dans l'espace étroit des loges aériennes des Orthocères *vaginati* et des *cochleati*, a été reporté dans leur large siphon. Il n'y a donc eu réellement qu'un changement de place du dépôt orga-

nique, si l'on compare les divers groupes d'Orthocères dans lesquels nous en connaissons l'existence.

Il faut aussi remarquer que, lorsque le siphon des *cochleati* est réduit à une faible largeur, nous observons à la fois des anneaux obstructeurs dans ses éléments et un dépôt organique dans les loges aériennes correspondantes. Cette combinaison se montre dans diverses espèces de Bohême, et surtout dans une, que nous nommons *Orthoceras Cuvieri*. Elle semble confirmer l'idée déjà exprimée, que ces deux dépôts sont le complément l'un de l'autre. Nous observons aussi le même dépôt dans les cavités aériennes de *Orthoceras* (*Ormoc.*) *tenuifilum*, Hall, provenant du *Black river limestone* de Waterton, aux États-Unis, bien que son siphon nummuloïde présente une grande largeur. Nous en figurons un spécimen dans les planches de notre vol. II.

*c*. Enfin, on ne doit pas perdre de vue que tous les Nautilides, employant comme moyen de locomotion la projection de l'eau par leur entonnoir, nagent habituellement à reculons. Ils doivent donc souvent se heurter contre des corps étrangers, surtout dans le voisinage des côtes, et la pointe de leur coquille est exposée à être brisée dans ces chocs. Il est donc naturel de penser que le dépôt organique pouvait aussi être destiné à consolider cette partie de la coquille, qui est à la fois la plus faible et la plus exposée à être endommagée. C'est une considération semblable à celle qui a déjà été exposée par divers savants, et notamment par Alcide d'Orbigny, au sujet du *rostre* des Bélemnites. Elle nous indique des rapports intéressants entre ces deux familles de céphalopodes.

En effet, l'existence du dépôt organique, sous les deux formes que nous avons signalées dans les Orthocères, d'un côté dans le large siphon des *vaginati* et des *cochleati*, et de l'autre dans les loges aériennes des *regulares*, établit une analogie frappante entre ces fossiles et les *Belemnites*. Dans les deux types, on voit une substance organique, en quantité considérable, accumulée vers l'extrémité inférieure de la coquille, et en connexion avec les loges aériennes servant de flotteurs. Au-dessus de cet appareil, se trouve le corps de l'animal, enfermé dans une grande loge, très apparente dans les Orthocères, et qui est aussi représentée dans les Bélemnites, par les expansions qui remontent le long des alvéoles.

## V. Nautilides dans lesquels le dépôt organique des loges aériennes a été observé.

Le dépôt organique des loges aériennes n'existe pas dans tous les Nautilides. Nous ne l'avons observé jusqu'ici que dans les Orthocères *longicones*, quelle que soit la forme des éléments du siphon. Cette circonstance confirmerait ce que nous venons de dire, au sujet du rôle que jouerait ce dépôt, comme contre-poids. En effet, dans les Orthocères de forme courte, la chambre d'habitation offre ordinairement un volume relativement beaucoup plus grand que dans les formes longues. Ce volume, représentant le corps du mollusque, équivaut, non-seulement à celui des loges aériennes, mais il est quelquefois double ou triple. Par conséquent, dans les Orthocères *brevicones*, le flotteur ne dépasse pas les proportions convenables pour alléger le poids du mollusque et de sa coquille, sans gêner les mouvements par une trop forte puissance d'ascension. L'intervention d'un dépôt organique pour établir un contre-poids, serait donc inutile dans les espèces qui offrent cette conformation.

La même observation s'applique à tous les autres genres des Nautilides, car la coquille de la plupart d'entre eux est disposée de telle sorte, que l'ensemble des cavités aériennes ne présente pas un volume qui excède celui du corps du mollusque, aussi notablement que dans les Orthocères du groupe des *regulares*.

Comme la nature semble toujours contrarier par quelque exception l'application des lois générales que l'esprit humain aime tant à découvrir, nous ne devons pas être surpris de rencontrer, même parmi les Orthocères de forme allongée, diverses espèces dont les loges aériennes ne présentent que peu ou point de traces du dépôt organique, du moins dans l'étendue que nous connaissons. Cependant, ce sont des formes qui semblent appartenir à un même groupe naturel, avec celles dont les cavités aériennes sont chargées par cette substance, car elles ont un siphon cylindrique assez large et plus ou moins éloigné de l'axe, sans être marginal. Ce siphon ne présente que de faibles anneaux obstructeurs.

Ces exceptions peuvent tenir à quelques circonstances de la conformation de ces espèces, dont nous ne pouvons pas observer la coquille entière. Ainsi, on pourrait concevoir, que la grande chambre est assez allongée, ou, en d'autres termes, que le corps du mollusque est assez volumineux et assez pesant, pour que la série des loges qui lui sont attachées ne constitue pas un flotteur

trop puissant. Dans ce cas, on pourrait aussi supposer, sans trop d'invraisemblance, que la coquille ne conserve pas toute son étendue, durant la vie de l'animal, mais qu'elle perd successivement une partie de ses loges aériennes. Cette manière d'expliquer les exceptions indiquées n'est pas sans fondement, car *Orthoceras truncatum*, Barr., nous offre précisément un exemple de cette troncature normale, qui réduit ses loges aériennes au nombre minimum de 3 ou 4, et de 6 ou 7 au maximum. Nous observons également l'extrémité tronquée et bien recouverte par le prolongement du test de la coquille, sur des spécimens de toute taille, c'est-à-dire de tout âge, et dont le diamètre varie entre 3 millimètres et 50 millimètres. Or, dans cette espèce, la grande chambre est relativement allongée, puisqu'elle représente jusqu'à trois fois le diamètre de sa base. Les loges aériennes que nous y trouvons fixées ne représentent jamais plus de deux fois le même diamètre. Il y a donc, dans ce cas, entre le mollusque et son flotteur, une proportion qui nous paraît en harmonie avec les fonctions que nous concevons pour ce dernier. Ce qui confirme notre explication, c'est que les sections de nombreux spécimens de cette espèce s'accordent à nous montrer l'absence complète du dépôt organique, dans les loges aériennes.

Si cette explication s'applique à quelques-unes des espèces que nous indiquons, comme manquant totalement de dépôt organique dans leurs loges aériennes, nous sommes loin d'affirmer qu'elle puisse s'étendre à toutes celles de ce groupe.

En second lieu, on pourrait croire que le dépôt organique existe dans la partie inférieure, c'est à-dire vers la pointe de la coquille, dans le cas où cette pointe manque.

Enfin, il faut avoir égard à une circonstance que nous constatons sur plusieurs espèces, c'est que tous les individus ne présentent pas le dépôt organique au même degré de développement, dans leurs loges aériennes. Il existe même entre eux, sous ce rapport, de très grandes différences, car, en comparant des fossiles de même diamètre, nous voyons dans les uns un dépôt très notable, tandis que les autres en sont déjà dépourvus à la même hauteur. On pourrait donc admettre que, si la substance organique paraît absente dans certaines espèces longicones, c'est parce que nous n'avons pas sous les yeux la section d'un assez grand nombre de spécimens, et surtout parce que nous manquons d'individus complets.

Une seconde exception, que nous avons à signaler, est relative aux Orthocères dont le siphon est étroit, subcentral et cylin-

drique. Bien que leur forme soit assez allongée, puisque l'angle apicial de plusieurs d'entre eux ne dépasse pas 6 à 7 degrés, nous n'observons jamais aucun dépôt organique dans leurs loges aériennes. Cette absence est en harmonie avec le manque complet d'anneaux obstructeurs dans le siphon, circonstance que nous avions signalée dans notre mémoire en 1855. Nous n'avons aucune nouvelle explication à proposer pour ce cas, qui est assez fréquent parmi les Orthocères longicones. Cependant, il faut remarquer que leur grande chambre est généralement très développée en longueur, ce qui suppose un mollusque assez pesant.

## VI. Rectification d'une interprétation erronée au sujet du dépôt organique.

Aucun savant, jusqu'à ce jour, ne semble avoir soupçonné la véritable origine du dépôt que nous étudions ; du moins nous n'en trouvons aucune trace dans les publications que nous connaissons. Cependant, le hasard avait mis sous les yeux d'un ingénieux observateur, feu Charles Stokes, la section longitudinale d'un Orthocère de Russie, qui présentait des apparences singulières, dues à cette substance. Ces apparences n'avaient pas manqué d'attirer l'attention de ce savant, à l'époque où il travaillait à résoudre des problèmes du même genre, dans l'étude des siphons d'Orthocères d'Amérique, qu'il a nommés *Huronia*.

Il était très difficile de déchiffrer les traits compliqués que présente la section de l'Orthocère en question, parce que le dépôt organique, remplissant partiellement ses loges aériennes, avait subi, par suite de réactions chimiques, une transformation qui rendait son origine encore plus obscure. Nous croyons cependant, qu'après tout ce qui vient d'être dit, l'explication de la figure donnée par Stokes est devenue aisée. Nous reproduisons cette figure dans notre vol. II, et le lecteur peut la consulter dans l'original (*Geol. Trans.*, 2e série, t. V, p. 712, pl. LX, fig. 4). L'espace ne nous permet pas de la copier dans la planche ci-jointe, mais nous lui substituons la section d'un Orthocère de Bohême, dans lequel nous retrouvons les mêmes apparences, exprimées avec plus de clarté. D'ailleurs, n'ayant pas sous les yeux l'original qui a servi à Stokes, nous ne pouvons pas avoir une certitude absolue sur tous les traits de sa figure, copiés fidèlement, peut-être, par le dessinateur, mais sans l'intelligence nécessaire des détails minutieux qui sont très importants, dans une étude de cette nature.

Notre Orthocère de Bohême, *Orthoceras concors* (pl. XVIII, fig. 6), représente une série de quinze loges aériennes, dont on reconnaît, au premier coup d'œil, la disposition régulière, surtout sur le côté droit, où les divisions sont à la fois indiquées par la trace des cloisons et par les éléments correspondants du siphon. Le siphon est excentrique et offre une assez grande largeur, que l'on peut observer dans un petit nombre d'éléments intacts, tandis que tous les autres, conservant leur profil assez net sur le bord droit, ont eu leur enveloppe dissoute, le long du bord gauche. Si l'on observe la trace des cloisons sur la droite, on reconnaît qu'elle est composée de trois lignes de calcaire spathique, d'apparences diverses. La ligne médiane, représentant l'épaisseur de la cloison elle-même, se distingue par la transparence des petits cristaux qui la composent. Les deux autres lignes, entre lesquelles elle se trouve enfermée, sont composées de spath beaucoup plus dense et plus blanc. Leur contour montre une certaine irrégularité, lorsqu'on les examine en détail, mais l'ensemble est assez régulier pour figurer les cloisons.

La ligne de couleur foncée, qui représente l'enveloppe siphonale, est également comprise entre deux bordures blanches de spath calcaire, comme celles qui tapissent les deux côtés des cloisons.

Transportons-nous maintenant sur la gauche du siphon, dont les bords ont été dissous, mais dont les goulots sont encore bien distincts. A partir de chaque goulot, nous retrouvons exactement les trois lignes que nous venons de décrire, comme figurant la cloison sur le côté droit. Ces trois lignes se prolongent encore sous l'apparence de la cloison, à partir du goulot, jusqu'à une distance un peu irrégulière, mais qui, considérée dans l'ensemble, s'allonge de plus en plus, en allant du petit bout vers le gros bout du spécimen. Or, à une certaine distance du siphon, les trois lignes en question cessent d'être concentriques. Les deux lignes extérieures s'écartent brusquement l'une de l'autre, en traçant des contours irréguliers, mais en conservant la même teinte blanche, qui ne permet pas de les confondre avec la surface ambiante. Quant à la ligne médiane, elle se perd, sans laisser aucune trace, dans l'espace résultant de l'éloignement des deux autres. Il faut remarquer que cet éloignement, malgré son irrégularité, est soumis à une décroissance assez régulière, à partir du bas vers le haut.

Quant à la roche qui remplit les divers compartiments résultant des lignes que nous venons de tracer, elle a aussi des apparences

distinctes, dans chacun des espaces déterminés par ces lignes. Sa teinte est grise et son apparence subcristalline, dans tous les espaces résultant de l'écartement des deux lignes blanches. Elle est, au contraire, beaucoup plus foncée, et son aspect est compacte dans le reste de la cavité de chacune des loges aériennes.

Maintenant, comparons *Orthoceras concors* avec *Orthoceras rivale* placé à côté (fig. 1). On voit, au premier coup d'œil, que ces deux figures seraient presque semblables si, dans cette dernière, on supprimait la ligne noire qui indique la cloison à travers le dépôt organique. Ainsi, les apparences de *Orthoceras concors* doivent s'expliquer aisément au moyen de ce dépôt.

En effet, concevons dans *Orthoceras concors* la cloison tracée dans toute son étendue, et chargée sur ses deux faces par le dépôt organique, comme cela devait être au moment de la mort du mollusque. A une époque postérieure, des eaux, chargées de carbonate de chaux s'étant infiltrées dans l'intérieur de toutes les loges, y ont produit une incrustation régulière de spath compacte blanc, qui a tapissé toutes les surfaces sans exception. En effet, nous trouvons cette incrustation, non-seulement sur les deux faces de chaque cloison et sur le dépôt organique, mais encore sur les deux parois interne et externe de l'enveloppe siphonale, partout où celle-ci existe.

L'épaisseur très faible, mais régulière, de la matière incrustante, prouve que la durée du dépôt a été courte, ou bien que le liquide était pauvre en carbonate de chaux.

Tout l'espace restant après ce premier dépôt chimique a été postérieurement rempli par la roche compacte, distinguée par sa couleur foncée. Après un certain temps, des réactions moléculaires s'étant établies dans l'intérieur du dépôt organique, les cloisons ont été dissoutes, et leur trace a disparu partout où ce dépôt acquiert une certaine largeur. Cette trace s'est, au contraire, maintenue sous la forme d'une ligne plus ou moins nette, entre les deux lignes blanches de l'incrustation, partout où le dépôt organique n'existait pas, ou bien se trouvait réduit à une couche mince, comme dans le voisinage du siphon, à droite ou à gauche. Cette explication des apparences ne nous semble laisser rien à désirer, et concorde avec tous les faits que nous avons exposés ci-dessus.

Notre interprétation s'applique de même à tous les traits principaux de l'Orthocère russe figuré par Stokes, et nous laissons de côté, pour le moment, les détails accessoires, sur lesquels nous aurons à revenir, en traitant ce sujet dans notre volume *II*.

Voici maintenant l'interprétation de Charles Stokes. Ce savant partait de la supposition, que chaque cloison est composée de deux couches séparables. Il retrouvait ces deux couches dans les lignes blanches, parallèles, que nous venons d'indiquer comme des incrustations, sur une partie de l'étendue des cloisons. Il admettait ensuite, que ces deux lamelles se séparaient, en figurant les contours irréguliers des mêmes incrustations, sur la surface du dépôt organique.

Or, en jetant un coup d'œil sur les figures, on reconnaît que les lignes sinueuses, que Stokes suppose être les lamelles isolées des cloisons, offrent une longueur totale plus grande que celle des cloisons qu'elles doivent représenter. Un semblable allongement ne peut s'expliquer, dans des lamelles composées presque uniquement de carbonate de chaux, avec une très faible proportion de matière organique. Cette difficulté s'évanouit, quand on sait que ces lignes ondulées sont les contours des incrustations.

En admettant que chaque cloison présente plusieurs couches, Charles Stokes était loin de commettre une erreur, car nous aurons occasion de constater, qu'en effet toute cloison se compose d'une couche médiane principale, de nature nacrée, et de deux autres couches secondaires, beaucoup plus minces et d'une couleur plus foncée. Ces trois couches se reconnaissent très bien dans *Nautilus Pompilius*, et l'on voit les lamelles externes, extrêmement ténues, se détacher souvent, par suite des variations hygrométriques. Mais, comme elles sont uniquement de nature calcaire et sédimentaire, elles sont très fragiles et elles ne peuvent pas persister isolées. Elles se brisent par petits morceaux, en se détachant du corps de la cloison. Il serait impossible de concevoir qu'elles puissent se maintenir séparées de la couche principale, même durant un temps très court, relativement à la longue durée des opérations chimiques ou physiques, qui constituent la fossilisation.

Dans nos fossiles, nous retrouvons l'apparence de ces trois couches, avec leurs couleurs contrastantes, mais toujours appliquées exactement les unes sur les autres, sans aucune trace quelconque de séparation qui puisse remonter à l'époque où la coquille a été remplie par les matières inorganiques. Nous observons en même temps, que la couche médiane, lorsqu'elle acquiert une certaine épaisseur, caractéristique de diverses espèces, tend à se disjoindre elle-même en deux couches concentriques. C'est un simple effet de la cristallisation qui s'est opérée dans son intérieur, car les petits cristaux, perpendiculaires à chacune des deux surfaces extérieures, présentent, au milieu de l'épaisseur de la cloison, une

ligne de moindre résistance, qui provoque la séparation suivant une surface médiane. Nous remarquons souvent cette disjonction accidentelle, dans le milieu d'une cloison, par l'effet de la percussion, durant l'extraction de nos fossiles. Mais, d'après l'ensemble de nos observations, sur plusieurs centaines de sections de nos Céphalopodes, les lamelles des cloisons ne pouvaient pas se disjoindre naturellement, à la manière des couches membraneuses, dont la macération facilite la séparation, dans les téguments cutanés. Nous voyons, au contraire, que les cloisons se comportaient comme de simples lames de verre, et se cassaient brusquement, soit par un choc extérieur, soit par la pénétration d'un corps étranger. Souvent, en effet, nous trouvons leurs débris anguleux, accumulés dans les vides des Orthocères. Nous remarquons aussi que les cloisons, qui ont un plus grand diamètre horizontal, c'est-à-dire celles qui sont les plus rapprochées de la grande chambre, sont plus souvent détruites que celles qui avoisinent la pointe de la coquille. Le fait inverse devrait se présenter plus fréquemment, s'il était vrai que les cloisons ont été recouvertes sur leurs deux faces par une couche membraneuse, car les cloisons les plus éloignées du mollusque devaient moins participer à l'action vitale que celles qui se trouvaient dans les loges récemment construites, et par conséquent elles auraient dû être plus cassantes. Nous ferons enfin remarquer, qu'on ne rencontre jamais des cloisons simplement fléchies ou ployées, comme on pourrait s'y attendre, si elles avaient été enfermées entre des couches membraneuses, capables de se séparer et de se maintenir isolées, durant la fossilisation.

Ainsi, nous considérons comme une erreur l'admission dans les cloisons de deux lamelles séparables, supposition sur laquelle est fondée l'explication de Charles Stokes, relative à l'Orthocère russe. Nous considérons également comme erronée toute autre doctrine semblable, qui tendrait à expliquer les apparences intérieures des Céphalopodes fossiles, par l'intervention de couches membraneuses, qu'on supposerait tapisser les loges aériennes, sur toutes leurs parois. Nous avons déjà touché ce sujet dans une note publiée en 1857, dans le *Jahrbuch* de Leonhard et Bronn, et nous le traiterons avec plus d'étendue dans nos études générales sur les Céphalopodes de Bohême. Ces études sont destinées à paraître dans notre volume II, et seront accompagnées par une longue série de planches, sur lesquelles nous figurons de nombreux spécimens, exposant toutes les apparences du remplissage, soit organique, soit inorganique, des coquilles diverses des Nautilides.

*Explication des figures (Pl. XVIII).*

Fig. 1. *Orthoceras rivale.* Section longitudinale montrant les cloisons et le siphon partiellement conservés et partiellement détruits. La teinte la plus noire indique le calcaire compacte, qui a pénétré en petite quantité, à l'état vaseux, dans l'intérieur des loges aériennes, dont le siphon était détruit. La teinte grise indique le dépôt organique. La teinte blanchâtre représente le spath calcaire, qui a rempli tout le reste des cavités, non occupé par les deux substances précédentes. Dans les éléments du siphon qui sont conservés, la vase calcaire noire est restée appliquée sur la paroi siphonale, qui occupait la position la plus basse, par rapport au plan de gisement.

Fig. 2. *Id.* Fragment vu par la face latérale, montrant les ornements du test. On voit que les stries obliques font un sinus, au droit du côté légèrement courbe ou ventral, qui est précisément celui auquel correspond la grande masse du dépôt organique.

Fig. 3. *Id.* Section transverse, orientée comme la fig. 1, et montrant la position du siphon.

Fig. 4. *Orthoceras mendax.* Fragment d'un plus grand spécimen. Section longitudinale montrant les cloisons et le siphon bien conservés. Les teintes noire, grise et blanchâtre représentent respectivement la roche compacte, le dépôt organique et le spath calcaire, comme dans la fig. 1. Les anneaux obstructeurs sont bien développés au droit des goulots. Dans les loges aériennes, le dépôt organique n'existe que sur la paroi concave de chacune des cloisons, ce qui semble indiquer le voisinage de la grande chambre.

Fig. 5. *Id.* Section transverse montrant la position du siphon.

Fig. 6. *Orthoceras concors.* Section longitudinale, dans laquelle on reconnaît la trace des cloisons, sur une partie de son étendue, tandis qu'elle est effacée sur l'autre portion. Quelques-uns des éléments du siphon ont conservé les deux parois, mais tous les autres ne montrent que le bord situé à droite, le bord opposé ayant été dissous. L'interprétation des apparences de ce fossile est détaillée dans le texte. Les diverses teintes conservent la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 7. *Id.* Fragment grossi, pour montrer plus en détail les apparences du fossile.

Fig. 8. *Id.* Section transverse, orientée comme la fig. 6, et montrant la position du siphon.

Fig. 9. *Orthoceras Vibrayei.* Section longitudinale montrant les cloisons et le siphon bien conservés. Le bord gauche de ce spécimen a été un peu usé et se trouve incomplet. Les anneaux obstructeurs sont très apparents, au droit des goulots. Dans les loges aériennes, on voit le dépôt organique représenté par la teinte grise, et immédiatement recouvert par une couche subrégulière de calcaire spathique, blanc, qui tapisse toutes les parois dans chacune des loges. L'espace interne a été rempli postérieurement par une masse calcaire impure, figurée par la teinte noirâtre.

Fig. 10. *Id.* Section transverse montrant la position du siphon.

Fig. 11. *Orthoceras* indéterminé. Fragment montrant la section longitudinale de 3 loges aériennes, dont les cloisons et le siphon sont bien conservés. On voit les anneaux obstructeurs très développés, au droit des goulots. Dans les loges aériennes, le dépôt organique présente aussi un grand développement relatif, car il s'étend, mais avec une épaisseur inégale, sur toute la paroi interne de l'Orthocère, à partir du bord ventral, jusqu'au bord dorsal. Sur la moitié gauche, cette substance forme une couche épaisse, couvrant les deux faces de chaque cloison, tandis que sur la moitié droite, elle n'occupe que la paroi concave de chacune d'elles, la paroi convexe restant libre. Les cavités sont incrustées par le spath calcaire blanc, qui forme une couche subrégulière, sur toutes les parois. L'espace interne est rempli par une cristallisation moins pure.

Fig. 12. *Id*, Section transverse montrant la position du siphon.

Fig. 13. *Orthoceras Jonesi*. Section longitudinale montrant les cloisons et le siphon bien conservés. Les anneaux obstructeurs sont bien développés, au droit des goulots. Dans les loges aériennes, le dépôt organique présente des formes très irrégulières. On voit qu'il est beaucoup moins développé sur le côté droit que sur le côté gauche. Sa teinte grise le distingue aisément du spath calcaire blanchâtre, plus ou moins pur, qui a rempli tout le reste des cavités, sauf quelques parcelles de calcaire compacte, qui ont pénétré dans l'intérieur.

Fig. 14. *Id.* Section transverse montrant la position du siphon.

Fig. 15. *Id.* Fragment vu par la face latérale, montrant les apparences du test.

Fig. 16. *Orthoceras socium*. Section longitudinale montrant les cloisons bien conservées, tandis que tous les éléments du siphon ont disparu. Il n'existe aucune trace des anneaux obstructeurs, au droit des goulots. Dans les loges aériennes, le dépôt organique se montre sous une apparence sub-régulière, mais avec une étendue restreinte et inégale, sur les parois opposées de chacune des cloisons.

Fig. 17. *Id.* Section transverse montrant la position du siphon.

Fig. 18. *Id.* Fragment vu par la face latérale, et montrant les apparences du test. Les stries, étant obliques, font un sinus sur la paroi ventrale de la coquille, qui est précisément celle contre laquelle le dépôt organique est placé, dans les loges aériennes.

M. d'Archiac demande à M. Barrande si les Orthocères seuls produisaient un pareil dépôt.

M. Barrande répond que les Orthocères seuls donnent des exemples de tels dépôts; encore certaines espèces, par suite de particularités d'organisation, y font exception.

M. Delesse a été frappé des observations faites par M. G. Rose sur la structure spathique des Oursins, Encrines, etc. Ce sa-

vant a prouvé que la vie organique ne gêne point la cristallisation du carbonate de chaux.

M. Barrande fait observer que tous les têts des Orthocères présentent le même état de cristallisation que les Encrines; il ne prétend pas expliquer cette structure, mais croit qu'elle mérite d'être étudiée.

M. Hébert dit que la plupart des Oursins dont le têt est spathique présentent une surface intérieure lisse, mais que souvent elle est couverte de pointements rhomboédriques. La spathisation n'a donc pas toujours été égale dans tous les cas.

M. d'Archiac a donné autrefois une note sur ce sujet au *Bulletin :* l'Oursin est entièrement formé de rhomboèdres dont les pointes correspondent aux plaques de l'animal.

M. Michelin rappelle que, peu avant sa mort, Alex. Brongniart s'était occupé de cette curieuse question. Il ajoute qu'il possède une Encrine vivante ; il a fallu l'arracher pour l'obtenir, et l'on n'y aperçoit point de spathisation visible dans la déchirure.

M. Barrande pense que durant la vie les forces inorganiques ordinaires sont modifiées sous l'influence de forces particulières ; c'est là ce qui caractérise essentiellement la vie.

M. Delesse pense que souvent la vie et la cristallisation peuvent coïncider. Le rostre des Bélemnites a acquis sa structure cristalline pendant la vie ; l'anagénite se forme dans certains animaux vivants.

M. Barrande fait observer qu'on n'a jamais vu un rostre de Bélemnite vivante, et qu'on ne peut rien conclure sur ce point.

M. Élie de Beaumont met sous les yeux de la Société un échantillon du *pétrosilex glanduleux* de la ferme du Grand-Houx, sur la pente des Coëvrons (Sarthe), recueilli dans une excursion qu'il a eu l'honneur de faire, le 10 de ce mois, avec MM. Triger, de Chancourtois, Laugel, et avec MM. les élèves de l'École impériale des mines.

Cette roche fait partie de la pénombre des porphyres quartzifères qui constituent l'axe des Coëvrons. Elle est un des termes des passages variés qui s'y observent entre les schistes argileux, les grauwackes, la pierre carrée, le pétrosilex ordinaire, le pé-

trosilex rubanné, le pétrosilex bréchiforme et divers conglomérats.

L'aspect du pétrosilex glanduleux des Coëvrons rappelle celui de la variolite de la Durance. Peut-être fournira-t-il à M. Delesse la matière d'un paragraphe additionnel à son beau travail sur les roches globulaires.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray:

*Note sur l'importance probable de la craie blanche dans le midi de la France*, par M. Ébray.

Différents travaux (1) ayant prouvé l'existence de lambeaux de craie blanche dans le midi de la France, il vient naturellement à l'esprit de rechercher les moyens par lesquels il est possible de déterminer, au moins approximativement, l'étendue des mers qui ont déposé cet étage dont les couches ne forment, à coup sûr, que des restes très petits échappés à l'action des courants diluviens dont j'ai déterminé les effets gigantesques (2).

Le midi du département de la Nièvre (3) m'a offert de nombreux silex dont la couleur paraît indiquer une provenance crétacée, et j'ai recherché si, en faisant casser nombre de ces silex, il ne serait pas possible d'en déterminer exactement la nature par la découverte de fossiles.

Mes recherches ont en effet promptement fait découvrir les fossiles suivants :

*Micraster coranguinum.*
*Ananchytes ovata.*
*Inoceramus Lamarkii*, etc.

Ces fossiles appartiennent à l'étage sénonien, et il me restait à spécifier deux points importants : la direction des courants diluviens, l'étendue et l'épaisseur des terrains de transport.

---

(1) Lory, *Bull.*, 2e série, t. VII et IX; Bonjour, Defranoux et frère Ogérien, *Bull.*, 2e série, t. XVI; Benoit, *Bull.*, 2e série, t. XVI, etc.

(2) *Bull.*, 2e sér., t. XVI.

(3) Les Chailloux, près Saint-Cy, Saint-Honoré, Est de Rouy, et beaucoup de points au sud de ces localités.

*Direction des courants diluviens.*

Pour arriver à ce but, il est nécessaire de retracer brièvement la disposition générale des couches du département de la Nièvre. La craie occupe la partie extrême nord-ouest du département ; on sait qu'elle a été fortement attaquée par les courants. L'oolithe supérieure, dans laquelle on remarque pour ainsi dire une absence complète de silex, traverse le département, sous forme d'une bande étroite et peu étendue, du sud-ouest au nord-est ; puis vient l'oolithe moyenne dont la partie inférieure (calcaire à chailles) est composée de couches plus ou moins sableuses, contenant une grande quantité de silex ; l'ensemble de ce terrain court aussi du sud-ouest au nord-est ; vient ensuite le groupe oolithique inférieur qui suit une direction fort complexe, par suite de l'action des failles, mais dans lequel il existe fort peu de parties siliceuses.

Les différents étages du lias, surmontés de quelques lambeaux oolithiques, viennent buter contre les montagnes pseudo-ignées du Morvan, par suite de la grande faille occidentale (1). Le midi du département est occupé par une grande étendue de diluvium qui repose indistinctement sur tous les terrains de cette contrée, et dans laquelle j'ai rencontré les silex dont j'ai déjà fait mention.

Si maintenant j'examine dans le nord et dans le centre du département la position des diluvium qui proviennent de ces étages, je remarque que les terrains de transport de l'étage sénonien du bassin anglo-parisien (bassin apparent) sont situés principalement au nord-ouest de cet étage ; car au sud de Sancerre, de Brault, de Saint-Andelin, etc., on ne trouve aucune trace de silex crétacés roulés, tandis qu'ils sont très abondants dans les argiles quartzifères du nord du département, et dans tout le diluvium des environs de Neuvy, Saint-Sauveur, Bauby, etc.

J'arrive à des conclusions semblables pour le calcaire à chailles dont les nombreux débris se remarquent sur les étages corallien, kimméridgien, portlandien, et même sur les étages crétacés du nord du département. Le centre de la Nièvre, qui est occupé principalement par l'oolithe inférieure, le lias, les marnes irisées, contient peu de traces de terrains de transport ; ce n'est que dans le midi du département et après cette interruption que se manifeste de nouveau le diluvium.

---

(1) *Études géologiques sur le département de la Nièvre*, par Th. Ébray.

Il est donc clair que ce dernier terrain doit provenir de l'enlèvement de couches situées en amont des grands courants et au sud du diluvium que nous étudions, et tout porte à croire qu'une partie des détritus de l'étage de la craie du midi de la France a été transportée jusque dans la Nièvre, où les matériaux ont été arrêtés par le faîte orographique qui sépare le bassin de la Loire du bassin de la Seine. C'est à proximité et au sud de ce faîte que l'on commence à rencontrer les terrains de transport que nous étudions, et qui viennent mourir en pointe dans les anfractuosités situées au pied du Morvan, le long desquels les courants diluviens paraissent avoir agi avec une puissance, pour l'homme, souvent inconcevable.

*Étendue et épaisseur des terrains de transport.*

Je ne puis pas donner de renseignements généraux sur l'étendue de ce terrain, car je n'ai exploré qu'une assez faible partie du sol qui offre des silex sénoniens. J'ai reçu cependant des *Ananchytes ovata* recueillis aux environs de Moulins. Ces fossiles sont mieux conservés que les échantillons de la Nièvre.

Le diluvium sénonien (1) occupe donc une large étendue, et quand on réfléchit à la proportion des silex et des parties calcaires contenus dans la craie, on peut reconstruire, par la pensée, de grandes étendues sénoniennes, car souvent les terrains de transport ont plus de 30 mètres d'épaisseur.

D'un autre côté, j'ai prouvé qu'à Sancerre les dénudations se sont élevées à une puissance de 30 mètres au moins. Si donc on promène cette épaisseur sur l'étage oxfordien qui affleure jusque vers Decize, on reconnaît la possibilité de l'existence antédiluvienne de la craie jusque vers le centre du détroit qui sépare en apparence le bassin anglo-parisien du bassin méditerranéen. On n'a donc plus qu'un pas fort logique à faire pour joindre les eaux crétacées du nord aux eaux crétacées du midi ; car nous avons vu que les îlots qui ont été découverts, et *qui auraient pu entièrement disparaître* (2), ne forment que des fractions bien petites

(1) Ce diluvium est souvent accompagné de matériaux granitiques ou porphyriques.

(2) J'insiste tout particulièrement sur cette possibilité, car elle peut avoir, comme je l'ai prouvé dans mes *Études géologiques*, des conséquences importantes lorsqu'il s'agit de déterminer l'âge des dislocations.

d'un vaste système de couches qui devaient recouvrir de grands espaces dans le midi et le centre de la France.

---

## *Séance supplémentaire du 4 juillet* 1859.

PRÉSIDENCE DE M. HÉBERT.

M. Albert Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. J.-T. Binkhorst van den Binkhorst, membre de l'ordre équestre du duché de Limbourg, à Maëstricht, présenté par MM. d'Omalius d'Halloy et G. Dewalque.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. de La Roquette, *Rapport sur le prix annuel pour la découverte la plus importante en géographie pendant le cours de l'année* 1856 (extr. du *Bull. de la Soc. de géographie*, avril 1859), in-8, 20 p., 1 pl.

De la part de M. A. Laugel, *Études scientifiques*, 1 vol. in-18, 385 p. Paris, 1859 ; chez Hachette et Cᵉ.

De la part de M. Gabriel de Mortillet :

1° *Diguement des rivières torrentielles des Alpes et plus spécialement de l'Arve* (lu à la séance du 8 mai 1856 de l'*Association florimontane*), in-8, 23 p. Annecy, 1856, chez J. Philippe.

2° *Études géologiques sur la percée du Mont-Cenis* (extr. du tome IV des *Ann. de la chambre royale d'agric. et de comm. de Savoie*), in-8, 15 p.

3° *Course aux tourbières de Poissy et d'Épagny avec MM. Ét. Machard et Al. Paccard*, in-8, 8 p. Annecy, 1856, chez Jules Philippe.

4° *Géologie et minéralogie de la Savoie*, 1ʳᵉ, 2ᵉ et 3ᵉ parties, in-8, 383 p., 5 pl. Chambéry, 1858, chez P. Savigner.

5° *Géologie et minéralogie de la Savoie*, 4e partie, in-8, 51 p. Chambéry, 1857, imprimerie nationale.

De la part de M. le professeur B. Studer, *Ueber die Hügel bei Sitten im Wallis*, in-4, 3 p.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1859, 1er semestre, t. XLVIII, nos 25 et 26.

*Table des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 2e sem. 1858.

*L'Institut*, nos 1329 et 1330, 1859.

*Réforme agricole*, par M. Nérée Boubée, no 126, 12e année, juin 1859.

*Mémoires de la Société impériale d'agriculture, etc., d'Angers*, nouvelle période, t. II, 1er cahier, 1859.

*Journal d'agriculture de la Côte-d'Or*, no 5, mai 1859.

*Précis analytique des travaux de l'Académie impériale des sciences, etc., de Rouen, pendant l'année* 1857-1858.

*The Athenæum*, nos 1652 et 1653, 1859.

*Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt*, etc., du docteur A. Petermann, 1859, V.

*Abhandlungen herausgegeben von der Seckenbergischen naturfordsch. Gesellschaft*, IIe vol., 2e livraison, 1858.

*Revista minera*, t. X, no 218, 15 juin 1859.

A la suite de la lecture du procès-verbal, M. Albert Gaudry présente quelques observations sur ce qui a été dit de la spathisation des corps fossiles dans la dernière séance. Lorsqu'il a composé, en 1852, son mémoire sur les pièces solides des Stellérides, il a eu entre les mains la collection des Échinodermes du Muséum, et il n'a trouvé aucune Étoile de mer, aucun crinoïde vivants dont le test fût spathique. Il ne peut donc admettre que dans les Stellérides et les Crinoïdes la spathisation ait dépendu de forces organiques particulières agissant pendant la vie des animaux. C'est un phénomène qui résulte de la fossilisation, et par conséquent rentre dans le domaine de la nature inorganique.

M. Gosselet présente au nom de M. Bureau, une note sur l'existence de l'étage dévonien supérieur en Bretagne.

## *Note sur l'existence du dévonien supérieur en Bretagne;* par M. Bureau.

Il y a dix-huit mois que d'après les conseils de mon honoré maître, M. Hébert, j'ai commencé un travail comparatif sur les dépôts dévoniens de l'ouest de la France, et principalement sur ceux situés dans le bassin inférieur de la Loire. Mon but principal était de voir si l'on ne pouvait pas y reconnaître plusieurs *étages*, et d'essayer, dans ce cas, d'établir leur âge relatif. J'ai poursuivi depuis ce travail sans interruption, et quelques semaines à peine étaient écoulées depuis son début que je découvrais dans le calcaire de Cop-Choux, commune de Mouzeuil, arrondissement d'Ancenis (Loire-Inférieure), un niveau renfermant des espèces caractéristiques du dévonien inférieur. Il me suffira de citer la *Terebratula cuboides* et le *Productus subaculeatus* pour ne pas laisser de doute à cet égard. On sait que jusqu'à ce moment le dévonien supérieur n'avait pas été trouvé dans l'ouest de la France. M. de Verneuil a appelé l'attention sur cette lacune dans son compte rendu de la session extraordinaire du Mans en 1850.

Le 15 mars 1858, je plaçai, pour la première fois, mes fossiles sous les yeux de M. Hébert, de M. Gosselet et de M. Deslongchamps fils, qui m'en déterminèrent une partie et m'engagèrent à continuer mes fouilles.

C'est uniquement pour ne pas perdre mes droits de priorité, et malgré la répugnance que j'éprouve à consigner des résultats que je ne puis accompagner ici de leurs preuves sans entamer mon travail, et que je dois d'ailleurs regarder comme prématurés, mon intention étant de pousser beaucoup plus loin mes recherches, que je me vois forcé de prendre date pour les faits suivants :

1° On doit distinguer dans le terrain dévonien de l'ouest de la France, comme dans celui de l'Angleterre et dans celui de la Belgique, plusieurs faunes, et par conséquent plusieurs étages distincts.

2° Dans la Loire-Inférieure particulièrement, on trouve le dévonien inférieur avec ses *Spirifer* à grandes ailes, à Erbray, dans un calcaire qui doit se rattacher à la bande nord des calcaires de l'Anjou, malgré une différence sensible dans les caractères minéralogiques.

3° Le dévonien supérieur existe à Cop-Choux.

4° Le calcaire de Cop-Choux est situé, non pas au sud de la bande de terrain anthracifère exploitée à Montrelais, Mouzeil

et Languin, mais au milieu même de cette bande, puisqu'il y a des empreintes végétales dans les couches au sud du calcaire et en contact avec lui, comme dans celles qui passent au nord. On voit qu'on peut trouver là un moyen de déterminer l'âge si controversé de cette bande anthracifère. Je me réserve d'en traiter plus tard.

5° J'ai recueilli dans les houillères de Mouzeil, etc., une très grande quantité de débris végétaux que j'ai déposés à la Sorbonne et au Jardin des plantes, pour les étudier à loisir dans mes séjours à Paris. Ils ont été communiqués à M. Brongniart qui a bien voulu consacrer deux longues séances à les examiner avec moi. Il y a reconnu un certain nombre de formes végétales nouvelles, et qui jusqu'à présent seraient par conséquent caractéristiques de ce terrain. Ces formes seront décrites et figurées dans mon mémoire.

6° Un troisième niveau fossilifère, bien distinct des deux précédents, renfermant un *Strigocéphale*, plusieurs *Spirifer*, dont un à très petites stries, probablement nouveau, des polypiers, etc., existe sur le bord de la Loire.

7° Le plus grand nombre des espèces est spécial à l'une ou l'autre de ces trois faunes. Un très petit nombre paraît passer d'une faune dans l'autre.

8° Enfin, dans le calcaire de Liré jusqu'ici complétement azoïque, ont été trouvés deux fossiles, une *Encrine* et un polypier que M. Barrande pense, sauf vérification, être le *Favosites Gothlandica*, ce dernier recueilli par M. Bertrand-Geslin qui a bien voulu m'aider dans mes recherches, en me communiquant les échantillons provenant de nos terrains paléozoïques qui font partie de sa riche collection.

M. le vicomte d'Archiac présente la note suivante de M. Dumortier.

*Lettre de M. É. Dumortier à M. d'Archiac.*

Lyon, 30 juin 1859.

Au mois de mai dernier, j'ai passé quelques jours dans le département de l'Aude et j'ai revu une partie des Corbières. Je n'avais pas encore malheureusement votre étude si complète sur la géologie de cette intéressante contrée (t. VI des *Mémoires de la Société géologique*), et j'ai été privé des lumières que j'y aurais trouvées. Permettez-moi, monsieur, de vous adresser les observa-

tions que j'ai faites pendant ce petit voyage ; vous y verrez que les listes de fossiles de plusieurs de nos localités finissent par se compléter, et vous trouverez des détails sur quelques Ammonites qui, j'espère, vous intéresseront.

*Marnes bleues.* — Pour commencer par les couches supérieures, les *marnes bleues* du moulin Tiffou que j'ai revues en passant ne m'ont donné que deux espèces à ajouter à nos listes, et toutes deux sont encore de Gosau ; ce sont le *Dyploctenium lunatum*, Mich., très régulier et très symétrique dans son développement, et la *Voluta elongata*, Sow., sp., fragment d'un très gros individu. Des fragments d'une grosse Ammonite plissée étaient indéterminables.

*Couches à Hippurites. Montagne des Cornes.*—Dans les couches mêmes à Hippurites, j'ai recueilli : *Lithodomus rugosus*, d'Orb., très bien conservé dans un morceau de polypiers (*Astræa*) ; *Lithodomus*, espèce nouvelle, plus petite, lisse ; *Spondylus complanatus*, d'Orb., les valves réunies.

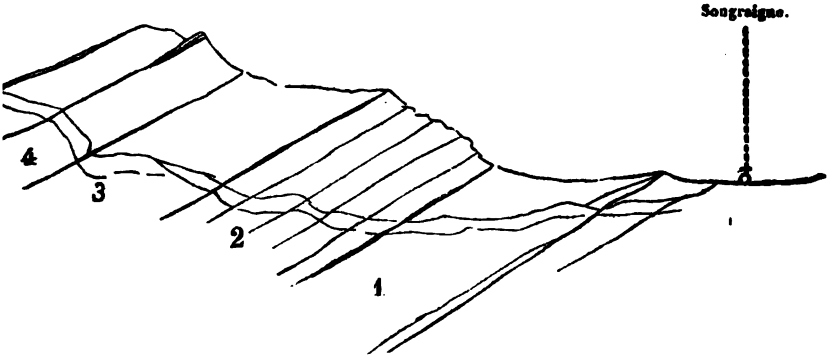
On retrouve, avec les Hippurites, un bon nombre de polypiers remarquables, dont plusieurs sont nouveaux et semblables aux magnifiques échantillons du Beausset (Var) ; seulement dans le Var ces polypiers ne sont pas associés aux Hippurites, mais placés au-dessus.

Dans les calcaires sans fossiles qui s'enfoncent sous les couches à Hippurites de la montagne des Cornes, j'ai trouvé un polypier rond, déprimé (*Cnemidium* ou *Siphonia*), un peu plus gros que le corps figuré par Goldfuss (pl. XXX, fig. 5. *Siphonia incrassata*). C'est près de Montferrant, sur la droite du sentier qui conduit de ce village au Crouzil. Non loin de cette localité, dans des marnes grisâtres placées sous les calcaires précédents et près d'une petite métairie (borde de M. Tiffou), on rencontre l'*Ammonites Carolinus*, d'Orb.

*Sougraigne.* — Voici une coupe prise depuis le village de Sougraigne, en montant à l'O. par le chemin de la métairie de *Scouttets*. La coupe se répète deux fois, par suite des sinuosités de la colline. Ici les couches fossilifères sont bien certainement au-dessous des Hippurites (1).

---

(1) M. Dumortier, dans une lettre qu'il nous a adressée le 10 juillet, pense, comme nous, qu'il n'est pas possible d'expliquer, sans l'intervention d'une faille, la présence des marnes bleues le long du ruisseau contre le village, ainsi que le montre cette coupe, puis au nord-ouest,




5. Calcaires à Hippurites.
4. Calcaire marneux, sableux, rougeâtre, à Ammonites.
3. Marnes moins bleues que le n° 1; mêmes fossiles, gros Pleurotomaires.
2. Calcaires bleus, compactes, sans fossiles.
1. Marnes bleues, à *Crassatella regularis*, etc., etc.

Les marnes bleues n° 1, indépendamment des fossiles que vous connaissez, renferment encore : *Rostellaria pyrenaica*, d'Orb., très nombreux, *Turritella Eichwaldana*, Gold.?. Les bons échantillons laissent voir deux rangs de perles bien distinctes au milieu des tours. *Pleurotoma remote-lineata*, Gein. *Diploctenium lunatum*, Mich. Stries très fines, forme non symétrique. *Dentalium alternans*, Mull. *Nucula arduennensis*, d'Orb. Le labre est crénelé. *Cardium productum*, Sow. *Turrilites acuticostatus*, d'Orb. Bivalve allongée, striée irrégulièrement et ponctuée. Deux valves semblables accolées comme un *Aptychus*.

Dans les marnes sableuses et les psammites des couches n^os 3 et 4, on trouve : *Oxyrhina Mantelli*, Agass.; *Cardium productum*, Sow., très gros; grande *Exogyra*, carénée avec de petits plis verticaux; *Pecten virgatus*, Nils.; *Janira quadricostata*, Sow.; *Inoceramus*, peut-être *I. latus?*. On distingue fort bien sur les plis, assez saillants, 3 ou 4 stries régulières. Ce genre manque presque partout dans la craie des Corbières. *Pecten?*, fragment d'une coquille arrondie, portant 5 grosses côtes séparées par un espace de largeur double, et plusieurs autres bivalves.

*Nerinea*, forme générale de la *N. monilifera*, d'Orb., mais sans nodosités. Les traces du test indiquent de fines stries. L'indice des

---

au-dessus de la série arénacée et des calcaires à rudistes, où elles sont couronnées par les grès tertiaires d'Alet, ce qui est leur position normale. Voy.: *Les Corbières*, etc., p. 346-351.

(*Note de M. d'Archiac.*)

dents intérieures n'est pas en bas, comme dans la figure de la *Paléontologie française*, mais contre la columelle. *Fusus cingulatus*, Sow.; *Neritopsis*, petite coquille, de 6 à 7 millimètres, ornée de 15 à 18 sillons ponctués. *Pleurotomaria*, 4 très grosses coquilles qui demanderaient une description spéciale. Il y a certainement des formes nouvelles.

*Polypiers*, toutes les formes possibles et en nombre considérable, telles que des *Trochosmilia*, *Placosmilia*, *Cyclolites*, etc., médiocrement conservées. Crustacés, 3 petits fragments; *Baculites incurvatus*, Duj.; *Ammonites Prosperianus*, d'Orb.; Ammonite à tours lisses, comprimés, ombilic large; Ammonite à côtes saillantes, espacées; *A. Austeni*, Sharpe. Le diamètre de la coquille entière devait avoir 37 centimètres, la largeur du dernier tour, 17 1/2, l'épaisseur, 11, l'ombilic, 9 1/2. Je crois pouvoir rapporter cet échantillon à l'*Ammonites Austeni*, mais je trouve les ornements de l'Ammonite des Corbières bien plus réguliers et plus saillants. J'en ai recueilli à Soulatge un exemplaire moins grand qui montre les lobes profondément découpés. L'ombilic profond ne laisse voir que la moitié des tours intérieurs, sur lesquels les derniers tombent perpendiculairement; 30 à 34 côtes partent de l'ombilic et passent sur le dos. Entre chacune d'elles, 3 ou 4 autres prennent naissance aux deux tiers supérieurs des tours, et passent aussi sur le dos où elles s'infléchissent fortement en avant; il en résulte que la coquille est régulièrement crénelée sur son pourtour. Les plis sont si réguliers qu'il est impossible de distinguer sur le dos les plis adventifs de ceux qui viennent de l'ombilic. Ces plis sont arrondis et très saillants.

J'ai trouvé encore un petit exemplaire de l'*Ammonites Austeni* près de Rennes-les-Bains, avec l'*A. Pailletteanus*, d'Orb.

*Soulatge*. — Voici la coupe générale de cette localité :

| | |
|---|---|
| Marnes grises et bleues, micacées, à échinodermes. . . . . | 10 m. au moins. |
| Calcaire bleu jaunâtre. . . . . | 0,60 |
| Fossiles. { Calcaire blanchâtre grumeleux. . | 0,90 |
| Fossiles. { Calcaire bleu entremêlé de marnes. | 3,80 |
| Calcaires divers. . . . . | 3,00 |
| Calcaire compacte, gris, dur, en un seul banc. | 1,10 |
| Calcaire gréseux, jaunâtre, en couches minces. | 4,70 |
| Sable verdâtre, grès et sable rougeâtre. . . . | 5 m. et plus. |

Les fossiles nombreux sont en général mal conservés et demanderaient des recherches suivies. J'en ai rapporté les suivants :

*Bryozoaire*, en gros rameaux ; *B.*, autre espèce qui paraît se rapporter à celle qui forme à *Dieu-le-Fit* (Drôme) une couche si remarquable. *Polypiers* très variés comme à Sougraigne, mais encore moins déterminables ; ils sont tous empâtés dans une roche excessivement dure qui ne laisse voir que des contours. *Pseudodiadema Kleinii*, Des.

*Cardium productum*, Sow.; *Lima*..., grande espèce de 10 centimètres, semblable à la *L. ovata*, mais un peu moins allongée. *L*..., arrondie, lisse, avec quelques stries sur les côtés; 15 millimètres. *L*..., à grosses côtes rayonnantes, rapprochées de la *L. Cottaldina*, d'Orb.; 50 millimètres. *Pecten virgatus*, Nilson. *Panopœa*..., coquille allongée, cylindrique, à gros plis ; crochets très excentriques *Mytilus*..., grande coquille de 10 centimètres ; stries très régulières, profondes, concentriques. *M. solutus*, Duj. (figure de d'Orbigny). *M. Orbignyanus*, Pictet et Roux. *Janira quinquecostata*, d'Orb. *Spondylus hippuritarum*, d'Orb. *Arca Moutoniana*, d'Orb. *Venus latesulcata*, Math., plus bombée. *Ostrea columba*, Desh., très petite et très nombreuse.

*Turritella Verneuilana*, d'Orb ; *Acteonella lævis*, d'Orb.; *Fusus cingulatus*, Sow., très caractérisé et assez abondant. Les échantillons de Soulatge m'ont fait voir que le test du *Fusus cingulatus* de Rennes n'est pas intact. Quand il est bien conservé, les plis et toute la surface sont couverts de stries fines, transversales, très régulières. La columelle, où les plis sont à peine indiqués, est couverte de séries très élégantes, de stries ondulées qui suivent la forme de ces plis. Il est curieux de retrouver le *Fusus cingulatus* ici, à Sougraigne, et dans les marnes du moulin Tiffou où il est si abondant, partout de la même taille. *Chemnitzia Pailletteana*, d'Orb., abondante dans les couches supérieures. Les grands exemplaires ont plus de 10 centimètres et le test assez épais. Le moule laisse voir au dernier tour quatre dépressions qui correspondent à des saillies intérieures de la coquille, placées comme les saillies des *Pterodonta*, mais non pas allongées comme celles-ci. La coquille doit porter à l'intérieur comme quatre chevilles saillantes, sans que la surface extérieure laisse rien apercevoir de cette singulière anomalie. Je n'ai pas eu l'occasion d'observer ces dents intermittentes, ailleurs qu'au dernier tour des coquilles adultes. *Natica*, un grand nombre de formes variées, mais d'une mauvaise conservation. *Turritella Verneuilana*, d'Orb. *Cerithium pustulosum*, Sow., très bel exemplaire avec la bouche complète.

*Terebratula biplicata*, Brocc.; *Rhynchonella*, à très petits plis, symétrique.

*Ammonites Austeni*, Sharpe, *A. Robini*, Thioll. Exemplaire de petite taille, avec les lobes arrondis des Cératites, et qu'il faut certainement rapporter à l'*A. Robini*, quoique ce dernier soit dessiné par M. Thiollière sans ornements. J'ai rapporté de Dieu-le-Fit plusieurs exemplaires qui laissent voir, sur les tours intérieurs, de très grosses nodosités contre l'ombilic, et des tubercules comprimés sur les côtés et sur le dos, absolument comme dans l'échantillon de Soulatge. L'exemplaire de M. Thiollière, excellent pour montrer les lobes, n'avait pas conservé une parcelle de son test qui est d'une épaisseur considérable. Quoi qu'il en soit, un nouveau dessin me semble indispensable. La figure de l'*Ammonites Fleuriausianus* de d'Orbigny peut donner une idée générale des ornements de l'*A. Robini;* mais celle-ci est plus comprimée; les tubercules plus nombreux s'élèvent sur le bord même de l'ombilic qui est plus étroit et coupé plus perpendiculairement.

*Ammonites...* Espèce à tours carrés, se recouvrant à peine, ornée de 25 côtes droites, arrondies, saillantes, et qui ressemble beaucoup à l'*A. Maugenesti*, d'Orb., du lias; seulement les côtes sont plus accusées et un peu renflées contre l'ombilic. La carène, formant un angle très obtus, est limitée par deux rangées de tubercules qui correspondent ordinairement à l'extrémité des côtes, mais qui de temps en temps (deux ou trois fois sur un tour entier) s'élèvent seuls et se trouvent placés entre les extrémités de deux rayons. Lobes profondément découpés.

Il faut encore citer de Soulatge une Ammonite remarquable par sa grandeur, que les travaux de la nouvelle route de Cubières ont mis à découvert. En voici les dimensions :

| | | |
|---|---|---|
| Diamètre. . . . . | 122 | centimètres. |
| Ombilic. . . . . | 36 | — |
| Épaisseur. . . . . | 27 | — |

Les lobes, profondément découpés, se montrent partout. En supposant que la partie habitée de la coquille commence à la dernière cloison apparente, la coquille totale ne pouvait pas avoir moins de $1^{m},65$ de diamètre. La forme semble indiquer l'*Ammonites Austeni.*

Lorsque l'on quitte Soulatge pour aller à Saint-Paul-de-Fenouillet, après avoir passé le Verdouble et avant de s'engager dans la montée, on trouve à quelques minutes, à droite du chemin, une petite colline composée de grès grossier, au milieu duquel on voit surgir un petit affleurement de calcaire à Hippurites.

*Environs de Rennes.* — Il y a, près de Rennes-les-Bains, une

localité qui, par la disposition des couches, paraît avoir beaucoup de rapports avec le gisement de Soulatge. Si l'on descend de Montferrant pour remonter sur la montagne des Cornes, on trouve, au bas de la descente, des couches calcaires jaunes, marneuses, bleues à l'intérieur, se désagrégeant en boules, et dont les fossiles, peu nombreux et mal conservés, paraissent semblables à ceux de Soulatge. Ces calcaires sont surmontés, comme à Soulatge, par une série de marnes micacées et de calcaires marneux à échinodermes, de 30 mètres environ.

*Saint-Paul-de-Fenouillet.* — Lorsque l'on part de Saint-Paul pour aller à Soulatge, on traverse d'abord un chaos de schistes plus ou moins foncés, très problématiques, qui encombrent sur 2 ou 3 kilomètres toute la vallée. En arrivant près de la montagne, le chemin descend tout à coup jusqu'à un petit ruisseau, après lequel le sentier s'engage à droite dans un pli de terrain qui mène au col en montant d'abord faiblement. C'est après ce ruisseau que l'on rencontre des schistes brun-jaunâtre, contenant d'innombrables empreintes de Turritelles à tours plats ; suture peu marquée, peut-être la *Turritella Rauliniana* ou la *T. Vibrayeana*, d'Orb.; plus, quelques moules de grandes bivalves indéterminées.

Si l'on continue à marcher dans le sens des couches pendant 6 à 800 mètres, on arrive au point où le chemin s'élève brusquement en lacets ; là les schistes sont plus noirs, très relevés, et l'on y trouve : *Plicatula radiosa*, Lam., par milliers ; *Cardita Dupiniana*, d'Orb.; *Nucula bivirgata*, Sow. *in* Fitt., très nombreuse ; *Arca fibrosa*, Sow.; *Astarte...*, très belle coquille, assez grande, ovale, à stries fines, concentriques, et à bords crénelés ; *Solarium dentatum*, d'Orb.

C'est là certainement le gisement du gault découvert par M. Paillette et indiqué par d'Orbigny dans le *Prodrome*. Je n'y ai pas trouvé les Ammonites citées ; mais je ne doute pas qu'en suivant la couche, on ne trouve beaucoup de fossiles. La *Nucula* n'est pas la *N. pectinata*, comme le dit par erreur d'Orbigny, mais la *N. bivirgata* dont les ornements remarquables sont parfaitement conservés (1). Quelques pas plus loin, le calcaire blanchâtre apparaît brusquement sous les schistes, et on ne le quitte plus.

Les premières couches sur lesquelles repose le gault ne m'ont

(1) Le gisement de ces fossiles, sur lequel A. Paillette n'avait pu nous donner en effet des renseignements très précis, paraît être analogue

pas fourni de fossiles ; mais bientôt le chemin passe sur des couches presque verticales, très dures, compactes, bleu-foncé à l'intérieur, mal stratifiées. On y trouve : *Rhynchonella nuciformis*, Sow.; *R. latissima*, Sow.; *Terebratula*, petite, lisse et à ouverture grande ; *Terebratella*, à 11 côtes noduleuses, irrégulières, très saillantes et dichotomes. La région palléale fortement plissée ; le test de la coquille très visiblement ponctuée. *Ostrea*, très petite, à bord relevé, couvert de petites stries verticales très élégantes. *Cidaris vesiculosa*, Goldf., innombrables radioles brisés, souvent contournés ou traversés par des veinules spathiques. Un fragment d'un beau radiole cylindrique, à 11 rangées régulières de très fortes granulations. Très nombreux polypiers dont on aperçoit seulement les traces. Ces couches calcaires ont subi évidemment de profondes altérations.

Les fossiles recueillis sur ce point sont en tout semblables, y compris la *Terebratella*, à ceux rapportés par moi des hauteurs de la Quintaine, près de Gruissan.

*Fourton.* — Quand on est aux sources salées, si l'on escalade la muraille de rochers qui les domine au sud, on arrive bientôt à un petit col où passe le sentier de Fourtou à Linas, au-dessus de la localité nommée le *Trou de la Reille;* on marche sur un calcaire jaune, marneux, sableux, qui me paraît l'équivalent des couches de la partie moyenne du mont *Cardou*, près de Rennes-les-Bains, et de celles qui font le cintre supérieur de l'arche de la Ferrière. On y trouve une foule de polypiers cylindriques, striés, de formes très variées, etc. *Serpula conjuncta*, Gein. *S. sexsulcata*, Münster?, mais plus grande, moins arquée ; adulte, elle porte 7 côtes obtuses, bien régulières; ouverture rétrécie. *Ostrea carinata*, Lamk.; *Exogyra flabellata*, Goldf.; *Terebratula biplicata*, Brocc.; radioles granulés en séries. Tous ces fossiles, moins les polypiers, se retrouvent au *Cardou*.

Aux sources salées, dans le calcaire gris de fumée qui contient les *Orbitolina conoidea*, j'ai recueilli le *Cardium Cornuelianum*, d'Orb.?, et un petit *Cerithium*...., pupoïde, renflé, crénelé à la base des tours qui se recouvrent en gradin. Ce *Cerithium* ne me paraît pas décrit.

---

à celui que nous avons signalé près de Quillan, et nous ne serions pas étonné que la *Nucula pectinata* s'y rencontrât avec la *N. bivirgata*. Peut-être aussi serait-ce le niveau de la *lumachelle* de la Clape, des îles de Gruissan, etc., qui supporte immédiatement les calcaires compactes à Caprotines. (*Note de M. d'Archiac.*)

Il ne me reste plus à vous signaler que deux points où j'ai retrouvé les couches à Orbitolines. Le premier est près de Saint-Paul-de-Fenouillet, dans les roches d'où sort la source thermale (au pont de la Fons); on y trouve en outre des crinoïdes et des polypiers; le second, sur la route directe de Prugnane à Bugarach par Campo; les couches redressées les plus élevées sont remplies d'Orbitolines.

M. d'Archiac fait une communication sur un nouveau genre de Gastéropode fossile, le genre *Otostoma*.

*Note sur le genre* Otostoma; par M. d'Archiac (pl. XIX).

Parmi les coquilles de gastéropodes pectinibranches, les Natices et les vrais Sigarets sont si voisins qu'on est parfois embarrassé pour placer certaines espèces dans l'un ou l'autre genre. Les *Coriocella*, *Stomatia*, *Stomatella*, *Velutina*, *Naticella*, *Neritopsis* ou *Rapa* et *Platystoma*, viennent encore s'ajouter aux genres précédents, pour constituer un ensemble très compliqué de formes dont les limites respectives sont plus ou moins nettement tracées. Si les Nérites s'en éloignent par leur organisation ou les caractères de leurs animaux, on peut reconnaître qu'il n'en est pas toujours de même de leurs coquilles dont plusieurs ont été réunies aux Natices par certains auteurs. C'est à cet assemblage de types déjà si variés que viennent encore se rattacher les coquilles fossiles que nous proposons de désigner sous le nom d'*Otostoma* (1). Celles que nous connaissons appartiennent à la craie supérieure et au groupe tertiaire nummulitique. Nous caractériserons ce nouveau genre de la manière suivante :

*Caractères génériques.* — Coquille épaisse, solide, déprimée, subglobuleuse ou même globuleuse, composée de trois tours dont le dernier très grand et dilaté; spire peu élevée, quelquefois même ne dépassant pas le plan supérieur du dernier tour. Celui-ci est orné de plis rayonnants, égaux, équidistants, simples ou surmontés de tubercules et de lignes granuleuses. Toute la surface est couverte en outre de stries capillaires ou filiformes, très rapprochées, perpendiculaires à la suture. Ouverture à bords complétement désunis, très grande, oblique à l'axe, ovalaire, généralement auriforme, quelquefois sub-quadrilatérale, à côtés

(1) De οὖς, ὠτός oreille, στόμα bouche; ouverture en forme d'oreille.

inégaux et flexueux. Point de columelle. Bord gauche simple, largement excavé en arrière, se confondant avec la base du dernier tour qui se continue à l'intérieur par un faible bourrelet jusqu'au sommet de la spire. Bord droit simple, tranchant, légèrement arqué en avant.

Nous rappellerons brièvement les caractères des divers genres dont celui-ci se rapproche le plus, afin de mieux faire ressortir la nécessité de son établissement.

Les *Otostoma* diffèrent des vraies Natices (Adanson) par la spire peu ou point saillante, quelquefois même enfoncée ou immergée, par la présence de plis réguliers, de tubercules et de granulations à la surface des tours, par l'absence de columelle, de toute trace d'ombilic, et souvent par le manque de callosité plus ou moins large, épaisse, recouvrant cet ombilic (1).

Les Sigarets (Ad., Cryptostomes de Bl.) n'ont ni plis, ni tubercules, ni granulations. La coquille mince, presque complétement enveloppée dans le manteau ou les replis du pied, ne montre que des stries concentriques, fines, régulières, coupées par quelques stries d'accroissement inégales, peu prononcées. Ils sont constamment déprimés, à contours arrondis, sans trace de carène et offrent souvent des indices d'ombilic ; le bord gauche, aplati, sub-canaliculé, est revêtu d'une callosité plus ou moins étendue (*S. haliotoideus*, *concavus*, *canaliculatus*, Lam.).

Les Nérites, Linn., comprenant les Néritines de Lam., au lieu d'un bord gauche simple, continu, largement excavé comme celui des Otostomes, l'ont déprimé, élargi, à arête droite, tranchante, dentée ou non, et formant une sorte de cloison qui rend l'ouverture semi-lunaire. Le bord droit est quelquefois épaissi et denté.

Les *Stomatia* et *Stomatella*, Lam., dont la forme générale rappelle bien celle de plusieurs *Otostoma*, sont plus déprimés, nacrés à l'intérieur, et ont une ouverture à bords réunis et relevés. Le

---

(1) Les Natices, par la grandeur et la disposition de leur pied qui entoure la coquille d'un bourrelet circulaire, doivent nécessairement être lisses et unies, comme on l'observe dans toutes les espèces vivantes et tertiaires. Nous pensons que les coquilles secondaires et de transition, ornées de plis ou de granulations, qu'on y a rapportées, doivent en être distinguées au moins à titre de sous-genre. Telles sont les *N. margaritifera* et *subcostata*, d'Arch. et de Vern., des couches dévoniennes de Paffrath, les *N. antiqua*, Gold., et *fossa*, id., ib., dont nous ne connaissons pas l'ouverture ; la *N. decussata*, de Munst., Gold., du coral-rag, etc. Quant à la *N. Roemeri*, Gold., de l'Eifel, elle semblerait devoir rentrer dans notre nouveau genre.

premier de ces genres porte une côte médiane, transverse, tuberculeuse. Les *Coriocella*, Blainv., ont une coquille mince, flexible, cornée, tout à fait intérieure. Les *Velutina*, Blainv., sont épidermées, globuleuses, à spire assez élevée, à bords presque réunis, tranchants, avec une callosité au sommet de l'ouverture.

Les *Naticella*, de Munst., ont l'ouverture entière, demi-circulaire, beaucoup plus petite que dans les *Otostoma*, non auriforme, anguleuse au sommet et à la base. Le bord droit, à sa naissance, est perpendiculaire à l'axe de la coquille, comme dans les *Platystoma*. Les Naticelles, que M. de Klipstein appelle des *Natices ornées, sans ombilic et sans callosité*, ne forment peut-être pas non plus un genre très homogène et pourraient être revues, ce qui ne justifie pas, suivant nous, la mesure radicale qu'a prise Alc. d'Orbigny (1) en les supprimant, et en mettant une partie des espèces avec les Natices et l'autre avec les *Turbo*.

Les *Neritopsis*, Sow. (2), ont une ouverture entière, arrondie; le bord columellaire arqué, échancré au milieu avec un canal au sommet, et une fente ombilicale plus ou moins prononcée. Enfin le genre *Platystoma*, Conrad, comprend des coquilles globuleuses, à spire courte, à ouverture très grande, dilatée, avec un sinus peu profond, vers le milieu du bord droit, qui correspond à une carène dorsale. Le caractère que *ce bord s'appuie sur l'avant-dernier tour en formant un angle droit avec l'axe de la coquille* ne peut être essentiel, car on le retrouve dans les Naticelles, et il se présente dans un de nos *Otostoma*.

Nous décrirons les cinq espèces suivantes, qui offrent chacune un type particulier très distinct, tout en conservant les caractères essentiels du genre qui vient se placer entre les Sigarets et les Stomates.

1. *Otostoma Tchihatcheffi*, d'Arch., pl. XIX, fig. 1, *a*, *b*, *c*.

Coquille épaisse, ovalaire, déprimée; spire non saillante ou

---

(1) *Prodrome de paléontologie*, vol. I, p. 188, 191, 1849.

(2) Alc. d'Orbigny a désigné ce genre sous le nom de *Nerilopsis*, Sow. (*Paléontologie française. Terrains crétacés*, vol. II, p. 174, 1842); depuis il a rétabli le véritable nom dans son *Prodrome* en l'attribuant à Sowerby, avec la date de 1825, ce qui est exact (voyez *The genera of Shells*, n° 42), mais il a omis de faire remarquer que M. Grateloup avait, sans le savoir, proposé le même nom générique pour des coquilles qui rentrent précisément dans le même genre (*Actes de la Soc. linn. de Bordeaux*, vol. V, p. 125, pl. 3, 1832).

immergée; suture simple; tours ornés de côtes rayonnantes, égales, équidistantes, un peu flexueuses, de moins en moins prononcées, à mesure qu'elles s'approchent du bord droit où l'on ne voit plus que des stries et de faibles bourrelets d'accroissement peu réguliers; le dernier tour sub-caréné dans sa partie moyenne ou divisé en deux plans presque perpendiculaires l'un à l'autre. Ce caractère, qui n'est peut-être pas constant, s'atténue en s'approchant de l'ouverture. Celle-ci est très grande, auriforme ou sub-elliptique, très oblique à l'axe. Bord droit tranchant, simple, arqué en avant, prenant naissance sur l'angle arrondi du dernier tour; le bord gauche continuant la base de celui-ci est épais, largement excavé en arrière; recouvert, à partir de son milieu, d'une callosité très mince en forme d'écharpe qui remonte jusqu'à l'angle supérieur de l'ouverture sans masquer complètement les côtes sous-jacentes. Il se réunit au bord droit par une courbe régulière pour former la base de l'ouverture. Hauteur de la coquille égale au grand diamètre de cette dernière, 40 millimètres; plus grande épaisseur vers le milieu du dernier tour, 20.

*Observations.* — Nous avons établi les caractères de cette espèce sur l'individu le plus complet que nous ayons; mais on peut reconnaître sur d'autres brisés que le dernier tour est plus arrondi, et que sa division en deux plans tend à disparaître. La spire s'élève aussi un peu plus, mais sans que la forme générale soit jamais altérée. Peut-être des individus plus complets permettraient-ils d'y reconnaître l'*O. rugosum*.

*Gisement.* — Cette espèce a été recueillie par M. Pierre de Tchihatcheff en 1858, en Asie Mineure, dans la partie méridionale de la province du Pont, entre la ville de Kuleihissar et le village de Tchaodak.

2. *Otostoma ponticum*, d'Arch., pl. XIX, fig. 2, *a*, 3.

Coquille très courte, sub-globuleuse, sub-quadrilatérale vue en dessus, à côtés inégaux, arrondie sur les angles. Spire à peine saillante, immergée ou déprimée. Suture simple; le dernier tour arrondi dans sa moitié supérieure, rétréci vers le bas et légèrement concave, couvert de côtes rayonnantes, égales, équidistantes, un peu arquées d'avant en arrière, simples en dessus, mais se dédoublant et se multipliant sur le pourtour de la base où elles s'atténuent, s'inclinent en arrière et joignent le bourrelet qui accompagne celle-ci. Ouverture sub-quadrilatérale à côtés sinueux. Bord droit tranchant s'appuyant contre le dernier tour, suivant

un plan perpendiculaire à l'axe de la coquille, fortement dilaté ou arqué en avant, puis se recourbant en arrière pour suivre le bourrelet de la base. Le bord gauche limitant le bas du dernier tour, recourbé en S renversé, vient rejoindre le bord opposé, de manière à présenter une troncature large et très prononcée à la base de l'ouverture. Celle-ci est limitée par un bourrelet continu, aplati, sub-canaliculé et à bords tranchants. Hauteur du dernier tour ou de l'ouverture, 27 millimètres; largeur id., 33; épaisseur, 21. Quelques individus moins complets annonceraient des formes plus larges encore relativement à la hauteur. La figure 3 représente un individu très complet, plus globuleux et à contours plus arrondis que les précédents.

*Observations.* — Cette espèce se distingue à la première vue de l'*O. Tchihatcheffi* par sa forme générale. La troncature de la base et le bourrelet qui l'accompagne lui donnent un aspect si particulier que nous aurions pensé à en faire dès à présent le type d'un sous-genre, si nous avions pu réunir plusieurs espèces offrant ces caractères.

*Gisement.* — L'*O. ponticum* semble n'être pas moins abondant que le précédent dans les calcaires marneux jaunes entre Tchaodak et Kuleihissar. M. Triger a eu l'obligeance de nous en communiquer plusieurs bons échantillons plus petits que les précédents et à stries capillaires plus prononcées, qu'il avait recueillis dans les couches crétacées supérieures à *Orbitoides*, *Hemipneustes radiatus*, *Exogyra pyrenaica*, etc., de Saint-Marcet et de Gensac (Haute-Garonne). M. Deshayes nous en a fait aussi remarquer dans sa belle collection quelques échantillons moins complets, provenant sans doute de ces même localités pyrénéennes. Parmi les autres fossiles qui s'y trouvent associés dans la même couche, en Asie Mineure, nous avons pu reconnaître les *Orbitoides secans* et *socialis*, Leym., l'*Orbitolites macropora*, Lam., le *Pecten quadricostatus*, Sow., l'*Exogyra pyrenaica*, Leym., les *Ostrea larva*, Lam., et *vesicularis*, id., c'est-à-dire la faune crétacée supérieure de Gensac et de Monléon, au pied du versant nord des Pyrénées, située sous le même parallèle, à 32 degrés à l'ouest, et dans une roche minéralogiquement semblable.

3. *Otostoma rugosum*, d'Arch. (*Natica rugosa*, Hœninghaus., Gold., p. 119, pl. CXCIX, fig. 11 *a*, *b* (*mala*), *N. subrugosa*, d'Orb., *Prodrome*, p. 221).

Des échantillons d'une conservation remarquable que M. Tri-

ger a bien voulu nous confier, et qu'il avait recueillis à Gueullen, à l'ouest de Fauquemont, dans la partie supérieure de la craie de Maestricht, au-dessus des couches à bryozoaires et à rudistes, nous permettent de rectifier et de compléter les caractères de cette coquille. Ce n'est évidemment ni une Natice, comme Hœninghaus, Goldfuss et Alc. d'Orbigny l'ont cru, ni une Néritine, comme d'autres l'ont pensé.

La figure 11[b] du *Petrefacta Germaniæ* en donne une idée inexacte et peu naturelle. La base du dernier tour est beaucoup trop haute et trop large, et le bord droit n'est pas de moitié assez développé. Pour que ce dessin, qui paraît avoir été *composé* en partie, représentât les proportions de l'ouverture, il faudrait supposer que la base du bord gauche suit le contour de gauche ou supérieur de cette callosité exagérée qui, dans la nature, est très mince, semblable à un voile transparent et affecte une tout autre forme; car, très large à la naissance du bord droit, elle s'abaisse sans dépasser le milieu du bord gauche où elle se termine en pointe. Cette callosité ne cache point l'ombilic, comme le dit le texte; on peut suivre en dessous tous les plis qui ornent la base du bord gauche, et qui se continuent pour se recourber à l'intérieur. Un échantillon complétement dégagé de la roche montre l'absence de columelle et un canal peu profond à la partie supérieure des tours qui accompagne à l'intérieur la suture jusqu'au sommet de la spire.

Cette coquille a donc tous les caractères que nous assignons au genre *Otostoma* et doit en faire partie. Nous ne rappelons pas dans sa synonymie la *Nerita rugosa*, Rœm. (*Nordd. Kreid*, etc., p. 83, n° 1, pl. XII, fig. 6), parce que nous n'avons aucune certitude que ce soit la même espèce. D'après les figures qui sont très mauvaises et qui ne montrent point l'ouverture, ce pourrait tout aussi bien être l'*O. ponticum*.

M. Deshayes nous avait communiqué un échantillon de cette coquille provenant de la craie supérieure de Maestricht, mais dont l'état de conservation ne nous avait pas permis de reconnaître les caractères de l'ouverture, et par conséquent de déterminer le genre. L'un des échantillons de M. Triger porte encore des flammules brunes en zigzag, restes de son ancienne coloration.

Plusieurs échantillons plus ou moins brisés, que M. de Tchihatcheff a recueillis avec les espèces précédentes dans la vallée de Kuleihissar, appartiendraient encore peut-être à l'*O. rugosum?*.

4. *Otostoma Pouechi*, d'Arch., pl. XIX, fig. 4, *a*, *b*, *c*, 5, *a*, *b*.

Coquille néritoïde, renflée, semi-ellipsoïdale ; spire obtuse ; suture assez prononcée, accompagnée d'un bourrelet aplati peu apparent ; dernier tour très grand, régulièrement arrondi en dessous, et orné de deux rangs de tubercules mousses sur sa partie médiane. L'espace qui sépare ces deux rangées est un peu déprimé, et présente deux lignes granuleuses obsolètes. Entre la rangée supérieure et la suture sont des plis obliques formés par la réunion de deux granulations allongées, et la base au-dessous de la rangée inférieure offre quatre ou cinq lignes granuleuses à peine visibles. Stries capillaires très serrées et très apparentes. Ouverture allongée auriforme. Bord droit se soudant obliquement à sa partie supérieure contre l'avant-dernier tour, pour se prolonger ensuite jusqu'à la base par une courbe convexe. Bord gauche simple, tranchant, se confondant avec la base du dernier tour, très arqué en arrière, et se réunissant à l'autre bord par une courbe régulière formant l'extrémité inférieure un peu rétrécie de l'ouverture. Hauteur du dernier tour, ou mieux, grand diamètre de l'ellipsoïde, 26 millimètres ; épaisseur, 16.

Var. *a*, fig. 5, *a*, *b*. Coquille plus courte que le type de l'espèce ; tubercules plus détachés et plus pointus ; granulations intermédiaires plus prononcées ; partie supérieure du dernier tour plus excavée ; base offrant d'abord, au-dessous de la seconde rangée de tubercules, deux ou trois lignes granuleuses subégales, puis un bourrelet aplati formé de plis obliques ; enfin quatre autres lignes granuleuses qui atteignent le bord inférieur de l'ouverture.

*Observations.* — Cette espèce n'a de commun avec les précédentes que les caractères du genre. Son ornementation toute différente rappelle celle de certaines Nérites dont elle offre aussi la forme générale. La variété que nous distinguons semble au premier abord différer beaucoup du type ; mais les rudiments de l'ornementation élégante qui la recouvre s'observent dans les individus que nous avons décrits en premier lieu. En outre, il y en a d'autres où ils sont à peine visibles, de sorte qu'on peut suivre le passage graduel des individus où l'ornementation est le mieux accusée à ceux où elle l'est le moins.

*Gisement.* — Calcaire gris marneux du groupe nummulitique de Sabarat (Ariége), série III, division G, assises 20-21 de la coupe de M. Pouech (voy. *antè*, p. 398, 399, pl. IX).

5. *Otostoma Valenciennesi*, d'Arch., pl. XIX, fig. 6, *a*, 7, *a*, *b*.

Coquille néritoïde ; spire à peine saillante dans le jeune âge, complétement immergée et même déprimée à l'état adulte ; suture peu apparente ; dernier tour très dilaté, plat en dessus, légèrement convexe dans sa partie moyenne et arrondi en dessous, orné de plis étroits, rayonnants, un peu flexueux, simples vers le haut, puis surmontés de granulations, comme pincées, jusqu'au bord de l'ouverture. Ces granulations, équidistantes, se correspondent sur le pourtour de la coquille, et y déterminent autant de cordons granuleux, concentriques ou décurrents. Deux des six cordons, le quatrième et le cinquième, sont formés de granulations allongées, semblables à des grains d'orge. Ouverture grande, ovalaire ; bord droit très dilaté, s'appuyant contre le dernier tour en formant un angle assez ouvert ; bord gauche simple, largement et régulièrement arqué, se réunissant au bord opposé en rétrécissant la base de l'ouverture.

*Observations.* — Cette coquille se distingue des précédentes par sa forme qui rappelle un peu la *Nerita Schmidelianna* et par un système particulier d'ornementation. Nous avons fait représenter (fig. 7, *a*, *b*) un individu jeune, le seul dont nous connaissions une partie de l'ouverture, suffisante pour en déterminer le genre et qui montre les plis granuleux se recourbant à l'intérieur sur la base du dernier tour ; ici les rangs de granulations sont égaux. La figure 6, qui est celle d'un individu adulte, mais fort incomplet, montre cependant les caractères essentiels du précédent.

*Gisements.* — Nous avons déjà signalé (1), comme pouvant appartenir à la *Nerita haliotis* de l'Inde (2), l'individu jeune que nous avions trouvé dans les calcaires marneux jaunes à Alvéolines de la descente de la route vers Montolieu ; l'autre échantillon a été recueilli par M. Pouech dans les couches nummulitiques con-

(1) *Les Corbières*, etc., p. 313, 1859.

(2) *Description des animaux fossiles du groupe nummulitique*, p. 279, pl. XXV, fig. 9, 1854. Il est très probable que cette coquille, dont nous avons dit que nous ne connaissions ni l'ouverture ni les parties voisines, et dont nous n'avons trouvé qu'un petit individu dans la collection de M. Vicary, doit rentrer dans le genre *Otostoma*. Quoique voisine de l'*O. Valenciennesi* par son ornementation, sa forme allongée est sensiblement différente. Il faudrait d'ailleurs un plus grand nombre d'individus des deux localités pour qu'on pût se prononcer sur leurs relations.

temporaines du Mas-d'Azil (Ariége), série V, division G, assises 19, 20 et 21 de sa coupe.

M. Delesse présente, à l'occasion du mémoire de M. Kœchlin-Schlumberger (séance du 16 mai 1859, p. 680), la communication suivante :

*Remarques sur les roches métamorphiques feldspathisées;* par M. Delesse.

Dans ces dernières années, plusieurs communications ont déjà été faites à la Société sur les roches métamorphiques feldspathisées; une communication récente de M. Kœchlin-Schlumberger m'oblige cependant à revenir encore sur ce sujet. Je m'occuperai spécialement ici des roches qui ont pour base un feldspath du sixième système, et qui dans les Vosges sont habituellement désignées sous le nom de *grauwacke métamorphique*. Elles sont très répandues dans les Vosges, notamment dans le sud et au voisinage des Ballons; elles sont encore très bien caractérisées en Bretagne sur les bords de la Loire, dans le pays de Galles et dans quelques autres pays. Elles n'appartiennent pas à une époque géologique déterminée; mais on les trouve dans les terrains qu'on appelait autrefois de transition, et elles sont visiblement métamorphiques.

Dès l'année 1852, j'ai fait connaître les principaux résultats auxquels m'avait conduit l'étude de la grauwacke métamorphique (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. X, p. 562; t. XI, p. 568, et *Annales des mines*, t. III, p. 747).

M. Kœchlin-Schlumberger a donné ensuite de la grauwacke des environs de Thann une description très complète, à laquelle M. Édouard Collomb a ajouté quelques développements (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XI, p. 89 et 103). Enfin, tout récemment, M. Kœchlin-Schlumberger, reprenant une seconde fois la même question, vient de la développer de nouveau dans un mémoire très étendu (*Bulletin*, 1859, t. XVI, p. 680). La discussion détaillée à laquelle il soumet mes recherches antérieures m'oblige à présenter quelques observations; et elles montreront, je crois, que cette discussion repose sur une appréciation entièrement inexacte des idées que j'avais publiées antérieurement.

Le mémoire de M. Kœchlin-Schlumberger est fait avec la méthode et la conscience que son auteur apporte dans tous ses

travaux. Il comprend deux parties : la première descriptive et analytique ; la deuxième théorique.

Il importe d'abord de constater que dans toute la première partie, M. Kœchlin-Schlumberger et moi nous marchons presque complétement d'accord. Il a pris la peine de refaire une grande partie des analyses que j'avais faites précédemment ; et, comme il le déclare lui-même à plusieurs reprises, il a obtenu les mêmes résultats. Il a d'ailleurs beaucoup multiplié ces analyses qu'il a étendues à différentes localités, notamment à Roderen, Nieder, et Burbach Oberburbach.

M. Kœchlin-Schlumberger annonce qu'il n'existe pas de schiste argileux proprement dit dans les carrières de Thann. Je partage également cet avis ; c'est pourquoi j'ai indiqué l'existence d'un schiste *plus ou moins* argileux qui a été cimenté, et me paraît provenir du métamorphisme d'un schlamm formé des éléments de la grauwacke réduits à l'état microscopique.

Quant aux minéraux des gîtes métallifères, ils s'observent bien dans la grauwacke, ainsi que je l'avais indiqué antérieurement ; mais je pense que leur formation est indépendante du métamorphisme. D'abord par cela même qu'ils se montrent en veines et même en filons, on ne saurait douter qu'ils ne soient postérieurs à la roche dans laquelle ils sont encaissés.

Maintenant, je ne conteste pas que le feldspath ne se montre en veines qui ont généralement de très petites dimensions et qui serpentent dans la grauwacke. C'est, du reste, un fait très fréquent dans les roches feldspathiques, et il est facile de l'expliquer ; car les fissures produites dans ces roches au moment où le feldspath cristallisait devaient nécessairement être remplies par un magma feldspathique ou par des cristaux de feldspath. Quant à la réunion du feldspath avec les minéraux des gîtes métallifères, elle est certainement très accidentelle ; le plus souvent les veines de feldspath sont entièrement distinctes des veines métallifères. Ces deux sortes de veines résultent certainement de phénomènes bien différents.

En définitive, dans le domaine des faits, je ne vois guère que des nuances qui me séparent de M. Kœchlin-Schlumberger ; mais il en est tout autrement dans le domaine de la théorie, et, après avoir mûrement médité son travail, je persiste à conserver ma manière de voir.

M. Kœchlin-Schlumberger cherche à expliquer le métamorphisme des roches de Thann par une *silicification*. D'après lui, c'est la silice qui par un mouvement moléculaire s'est répandue dans ces roches dans lesquelles elle s'est quelquefois accumulée ;

c'est elle qui a cimenté leurs éléments, et qui a considérablement augmenté leur dureté (p. 703).

Avant de discuter cette hypothèse, j'observerai d'abord que, pour apprécier avec quelque certitude le métamorphisme subi par une roche, il est nécessaire de la comparer à l'état normal et à l'état métamorphique. Indépendamment de cela, il faut encore considérer des échantillons appartenant bien à une même couche; autrement on s'expose à attribuer au métamorphisme des différences dues seulement à la composition originaire de la roche. C'est d'ailleurs pour ce motif que le métamorphisme de contact, qui est généralement limité à une petite étendue, peut être étudié avec une précision beaucoup plus grande que le métamorphisme normal ou général (1).

Cela posé, remarquons que le métamorphisme de la grauwacke est précisément dans ce dernier cas et qu'il a eu lieu sur de grandes étendues. Dans les carrières de Thann ou dans celles des environs, on voit bien diverses couches qui ont été plus ou moins métamorphosées; toutefois, il n'est guère possible de suivre, comme cela serait nécessaire, la gradation du métamorphisme dans une *même* couche. Bien que les couches dures et feldspathiques soient plus métamorphosées que celles qui sont restées à l'état de grès friable, il ne suffit pas de comparer leur composition entre elles pour qu'on puisse déterminer ce qu'elles ont gagné ou perdu dans le métamorphisme. Il résulte bien des analyses de M. Kœchlin-Schlumberger et des miennes que les couches les plus métamorphosées sont généralement les plus riches en silice; mais cela n'a pas toujours lieu, car dans la grauwacke globuleuse que j'ai examinée, la teneur en silice était seulement de 62,25 pour 100, et cependant le métamorphisme qui l'a produite était certainement très énergique. De même, dans la grauwacke de Planches-les-Mines qui est gris-verdâtre, feldspathique et visiblement très métamorphosée, la teneur en silice descend jusqu'à 58,58, c'est-à-dire au-dessous de celle indiquée par M. Kœchlin-Schlumberger dans la grauwacke qu'il regarde comme normale.

Les analyses de la grauwacke métamorphique des Vosges montrent en définitive que sa teneur en silice est comprise entre 58 et 79 pour 100; par conséquent, cette teneur en silice est quelquefois assez faible, et il n'était aucunement nécessaire qu'elle fût très élevée pour qu'il y eût métamorphisme.

(1) Voir *Études sur le métamorphisme des roches*, par M. Delesse, p. 9 et 10 (Dalmont et Dunod; Paris, quai des Augustins, n° 49).

Il est possible seulement que, toutes choses égales, les couches riches en silice aient été le plus complétement métamorphosées.

Quoi qu'il en soit, supposons avec M. Kœchlin-Schlumberger que de la silice ait été introduite dans la grauwacke métamorphique, soit par pseudo-morphose, soit par tout autre procédé. Cette silice devrait alors se reconnaître facilement entre les lamelles de feldspath qu'elle aurait cimentées. Or, lorsqu'on examine la grauwacke métamorphique, il devient bien évident que son ciment n'est pas siliceux. La dureté de ce ciment le rapproche au contraire du feldspath, et, comme lui, il est susceptible de se kaoliniser ; on ne saurait donc douter qu'il ne soit essentiellement feldspathique.

La silice est seulement un accident rare de la grauwacke métamorphique ; elle s'y montre quelquefois en grains ; le plus souvent elle la traverse sous forme de veinules ou de petits filons qui en sont bien distincts et complétement isolés.

Je ne saurais admettre non plus que, par une sorte de pseudo-morphose, la silice se soit en quelque sorte substituée à l'eau dans la grauwacke métamorphique. Les recherches faites sur la quantité d'eau de la grauwacke montrent seulement qu'elle contient d'autant moins d'eau qu'elle est plus feldspathique et que son feldspath est plus riche en silice. Ce résultat s'explique d'ailleurs facilement ; car une roche renferme moins d'eau quand elle est feldspathique que quand elle est argileuse ; et en outre les feldspaths riches en silice ne sont que peu ou point hydratés.

Quant à la température à laquelle le métamorphisme a eu lieu, j'ai depuis longtemps exprimé l'avis qu'elle devait être peu élevée ; mais je ne vois pas en quoi je me serais mis en contradiction avec moi-même, en disant qu'une couche a été amenée à un état plus ou moins plastique, sans des changements considérables dans son volume et dans sa température. Il faut bien observer, en effet, que la chaleur n'est pas le seul agent qui puisse rendre une roche plastique ; on doit tenir compte aussi de l'eau et de la pression. Récemment j'ai développé cette idée avec quelque détail ; il me paraît donc inutile d'y insister plus longuement (1).

M. Kœchlin-Schlumberger s'est livré à des recherches sur le métamorphisme éprouvé par de la brique qui depuis quinze siècles se trouvait plongée dans les eaux thermales et minérales de Plombières. Ces recherches ont assurément de l'intérêt au

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XV, p. 728, 731 et suivantes. (*Recherches sur l'origine des roches éruptives*).

point de vue de l'étude générale du métamorphisme ; mais leurs rapports avec le métamorphisme de la grauwacke me paraissent extrêmement éloignés ; et il n'est pas inutile de faire remarquer à cette occasion que les eaux minérales produisent seulement dans les roches un métamorphisme exceptionnel et tout à fait spécial.

Si le métamorphisme subi par la grauwacke ne me semble pas susceptible d'être expliqué par des eaux minérales et par une silicification, je suis loin de contester que cette roche ait été traversée par des filons de silice : mais, bien que ces filons soient fréquents, ils sont accidentels ; bien qu'ils puissent imprégner la roche et cimenter plus ou moins ses parties, ils en sont parfaitement distincts. Rien n'est même plus facile que de les suivre à travers leurs nombreuses ramifications. Leur composition minéralogique est en effet toute différente de celle de la grauwacke ; ils renferment de la chaux fluatée, de la baryte sulfatée, des carbonates et divers minerais métalliques. Leurs minéraux sont évidemment ceux qui sont habituels aux gîtes métallifères. M. Kœchlin-Schlumberger y a signalé de plus des silicates d'alumine ; mais ils y sont en très petite quantité, et je ne vois pas en quoi leur présence indiquerait un lessivage de la roche encaissante. D'ailleurs, les silicates d'alumine ne s'observent-ils pas dans un très grand nombre de filons qui ont généralement des argiles à leur salbande? Pour certains géologues, ces argiles sont des traces de la décomposition des roches voisines ; cependant on peut aussi expliquer leur présence en admettant qu'elles proviennent de l'intérieur de la terre, et qu'elles étaient tenues en suspension dans les eaux minérales qui ont engendré les filons. D'abord troubles et boueuses, ces eaux se sont clarifiées, en opérant un dépôt d'argile sur les parois de la roche encaissante. Ce dépôt est précisément l'argile de la salbande. Du reste, l'argile a pu être amenée, à différentes reprises, par les eaux minérales. Souvent même elle a été rejetée en grandes masses de l'intérieur de la terre, comme l'a remarqué M. d'Omalius d'Halloy, et alors elle forme de véritables dykes.

Maintenant les autres minéraux, associés au quartz dans les filons de la grauwacke, ne sont généralement pas disséminés dans les roches ; ils appartiennent au contraire aux gîtes métallifères. Ils viennent évidemment des profondeurs de la terre, et ne sauraient être attribués à des actions moléculaires qui les auraient séparés de la roche dans laquelle ils s'observent.

Ainsi, l'hypothèse proposée par M. Kœchlin-Schlumberger, la *silicification*, ne peut rendre compte du métamorphisme général qui a été subi par la grauwacke. Sur quelques points, cette roche

a bien été traversée et même imprégnée par des filons de quartz ; mais c'est alors un métamorphisme tout spécial, très simple et très limité, qui est caractérisé par la présence du quartz et des minéraux des gîtes métallifères; il n'a rien de commun avec le métamorphisme général.

— Je pense, au contraire, que la *feldspathisation* explique aussi bien que possible tous les faits qui ont été signalés. Je m'étais contenté de résumer cette hypothèse très sommairement, comme il me paraît convenable de le faire pour toute appréciation théorique (1); mais dans la discussion prolongée à laquelle il l'a soumise à deux reprises différentes, M. Kœchlin-Schlumberger l'a augmentée de commentaires qui la dénaturent complétement et que je suis obligé de répudier.

C'est un fait presque généralement admis dans la science, que des cristaux de feldspath peuvent se développer dans certaines roches stratifiées. Le feldspath appartient tantôt au cinquième, tantôt au sixième système cristallin. Deux feldspaths différents se trouvent quelquefois réunis dans une même roche.

Les roches de Thann et des Vosges qu'on désigne habituellement sous le nom de *grauwacke métamorphique* me paraissent présenter tous les caractères de roches feldspathisées. Le métamorphisme qu'elles ont subi est essentiellement caractérisé par la formation de feldspath du sixième système. Ce feldspath s'y montre en lamelles cristallines, et la pâte feldspathique qui cimente la roche n'est pas siliceuse, mais bien feldspathique.

L'origine sédimentaire de la roche qu'on désigne sous le nom de *grauwacke* est évidente, et il m'est difficile de comprendre comment elle peut être contestée. Cette roche a généralement conservé sa stratification qui est même quelquefois très régulière ; elle a conservé également sa structure arénacée et bréchiforme. De plus, les végétaux et les fossiles qu'elle renferme n'ont pas été détruits; ils sont même facilement reconnaissables.

Toutefois, la feldspathisation a été très inégale dans les différentes couches ; car, tandis que les grès et les brèches renferment des cristaux de feldspath qui leur donnent une structure porphyrique et qui font disparaître en grande partie les traces de stratification, les schistes ont seulement été changés en pétrosilex et sont encore bien visiblement stratifiés.

---

(1) Voyez *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. X, p. 566 ; et aussi les développements que j'ai ajoutés à l'occasion des observations de M. Delanoüe (*Bull.*, t. XI, p. 568).

Les alcalis nécessaires à la formation du feldspath se trouvaient déjà dans la grauwacke au moment de son dépôt. L'examen de cette roche montre, en effet, qu'elle résulte de la destruction de roches feldspathiques et spécialement de porphyres. Tantôt les fragments sont plus ou moins gros, tantôt ils sont microscopiques ; ils passent même à l'état de schlamm ou de *pelite*, selon l'expression de M. Naumann.

C'est dans ces diverses roches qui contenaient de la silice, de l'alumine et des alcalis, que s'est opéré le développement de cristaux de feldspath. Il n'était pas nécessaire de leur restituer des alcalis, puisqu'elles en avaient déjà et qu'elles étaient formées de débris de roches feldspathiques. Du reste, l'introduction d'alcalis peut très bien avoir lieu dans certains phénomènes de métamorphisme. Je crois l'avoir démontré d'une manière bien évidente pour diverses roches, et notamment pour le jaspe-porcelanite qui s'observe au contact du basalte (1).

Maintenant c'est une erreur de croire que le métamorphisme ait été plus ou moins intense, suivant que la couleur prise par la grauwacke est plus ou moins foncée. Une couleur vert grisâtre ou bleuâtre indique seulement une plus grande quantité d'oxyde de fer et de magnésie ; elle ne peut servir à mesurer l'énergie du métamorphisme.

En définitive, la feldspathisation dépendait essentiellement de la composition originaire ; on comprend donc qu'elle ait pu être inégale dans des couches différentes, bien qu'elles fussent placées dans les mêmes conditions. Ainsi elle s'est produite dans une couche, sans apparaître aucunement dans celle qui la précède ou dans celle qui la suit.

Elle est au contraire assez égale dans une même couche dans laquelle elle se continue sur de grandes étendues.

La feldspathisation d'une couche a eu lieu sans des changements considérables dans son volume, puisque la stratification a été conservée.

Elle a eu lieu également à une température peu élevée ; car le combustible intercalé dans la grauwacke s'est changé en anthracite et non pas en coke ; et de plus, le calcaire qui accompagne la grauwacke a pris seulement une structure légèrement grenue. Nulle part il n'y a traces de fusions ou d'une température comparable à celle des fours à porcelaine ; le principal rôle dans ce métamor-

(1) *Études sur le métamorphisme des roches*, p. 270.

phisme n'appartient pas à la chaleur, mais bien à l'eau, à la pression et aux actions moléculaires.

Enfin la roche originaire ne paraît pas avoir été modifiée d'une manière appréciable dans sa composition chimique par l'introduction de silice ou de quelque autre substance; l'observation montre seulement que cette roche a reçu des propriétés physiques toutes nouvelles.

En résumé, les roches de Thann et généralement toutes celles qui sont désignées dans les Vosges sous le nom de grauwacke métamorphique, ont visiblement subi un métamorphisme général; ce métamorphisme est caractérisé par une *feldspathisation* et non par une *silicification*.

M. Barrande demande à M. Delesse si dans les Vosges on voit dans une même couche les parties non métamorphiques se lier aux parties métamorphiques.

M. Delesse répond que le métamorphisme s'est opéré sur une vaste échelle, et que, par conséquent, il est difficile de suivre sans interruption une même couche sur un espace assez grand, pour la voir passer de son état primitif à l'état métamorphique.

M. le Président dépose sur le bureau la note suivante de M. Ebray :

### *Renseignements sur les grès ferrugineux de la Puisaye;* par M. Ébray.

Aujourd'hui qu'il est reconnu que les sables ferrugineux de la Puisaye font partie de l'étage albien et qu'ils sont surmontés par la zone de l'*Ammonites inflatus*, il est utile de dire quelques mots sur d'autres grès ferrugineux séparés de ces premiers par de puissants dépôts d'argiles (1).

Déjà, dans sa note sur le terrain crétacé moyen du département de l'Yonne, M. Raulin a fait connaître, sur l'affirmation de

(1) M. Raulin (*Bull.*, 2e sér., t. IX, p. 27-40, 1851) annonça déjà, en s'appuyant sur les fossiles recueillis par Robineau-Desvoidy, que les sables ferrugineux sont supérieurs au gault; mais, comme on peut s'en assurer en lisant la note de ce géologue, la couche fossilifère supérieure aux sables ferrugineux, qui seule peut résoudre positivement la question de synchronisme, lui était inconnue.

M. d'Archiac, qu'il existe aux environs d'Ervy une assise de sables ferrugineux interposée entre les argiles à *Exogyra sinuata* et le gault; mais ce géologue ne donna pas de détails sur cette assise.

Je pense qu'il est utile d'en spécifier les caractères paléontologiques, afin qu'il ne reste plus aucune ambiguïté sur toute la série de l'étage albien.

Lorsqu'il y a trois ans j'étudiai les sables ferrugineux de la Puisaye, je fus surpris de trouver dans un bloc de mine de fer, sur les ports du canal, des traces d'*Ammonites tardefurcatus;* car je savais que ce fossile ne se rencontre que dans le gault inférieur. Je recherchai donc la cause de cette anomalie, et je remarquai bientôt qu'à Cosne, dans le lit de la Loire, il se présente, à la base des grès verts à *A. Raulinianus*, des assises de grès ferrugineux qui offrent en abondance l'*A. mamillaris*. Je poursuivis ces couches à l'est et à l'ouest de cette localité.

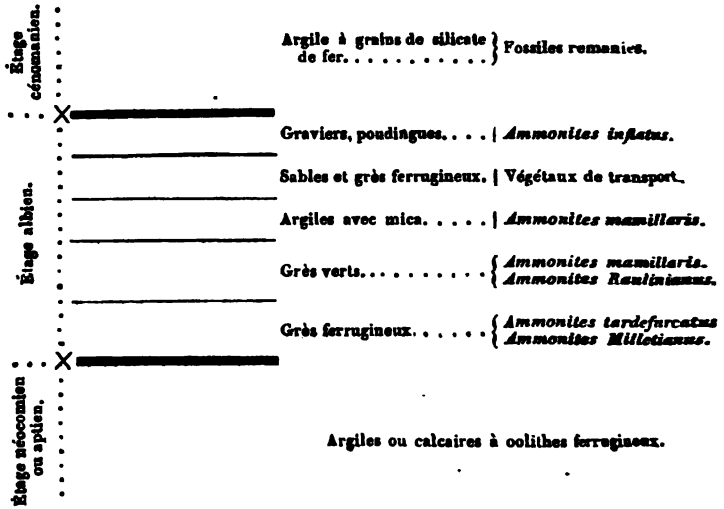
A l'est, le diluvium et la disposition des assises me firent bientôt perdre les traces des grès ferrugineux; à l'ouest, au contraire, je les vis se développer de plus en plus, et recouvrir de grandes surfaces vers Menetou, Jars, etc., dans le département du Cher.

Les fossiles rencontrés furent les suivants :

*Ammonites tardefurcatus*, Leymerie.
*Ammonites Milletianus*, d'Orb.
*Rhynchonella sulcata*, d'Orb.

J'ai donc eu affaire à une assise qui, sous le rapport paléontologique et sous le rapport stratigraphique, diffère entièrement des sables ferrugineux, et en même temps il m'a été facile de reconnaître que cette assise possède une certaine continuité.

L'ensemble de l'étage albien des départements du Cher, de la Nièvre et de l'Yonne, peut donc s'exprimer par la coupe théorique suivante :




Il me reste à faire ressortir les affinités paléontologiques des grès ferrugineux inférieurs avec le néocomien et celles des poudingues supérieurs avec le cénomanien. Ici encore la similitude des espèces voisines, sous le rapport du gisement, me conduira, comme toujours à des lois modificatrices d'espèces que je considère comme primitives, et que je vois se transformer, par suite probablement des changements qui s'opèrent dans le milieu vital (1). L'*Ammonites Milletianus* peut en effet être considéré comme le dérivé de l'*A. angulicostatus* et *crassicostatus*, tandis que l'*A. splendens* des couches supérieures se rapproche sensiblement, par la position de ses tubercules et par tous ses autres caractères, de l'*A. varians*, surtout de la variété lisse et aplatie.

M. le Président présente la note suivante de M. Mortillet sur Palazzolo et le lac d'Iseo.

## *Note géologique sur Palazzolo et le lac d'Iseo en Lombardie ;* par M. Gabriel de Mortillet (pl. XX).

Chargé par M. l'inspecteur des ponts et chaussées, Busche, directeur général des chemins de fer lombardo-vénitiens et de l'Italie

(1) *Théorie de la transformation des* Collyritidæ (*Paléontologie de la Nièvre*).

centrale, de faire des recherches de calcaires propres à donner de la chaux hydraulique, j'ai parcouru une partie des montagnes de la Lombardie et de la Vénétie. Mes investigations se sont surtout portées sur les bords du lac d'Iseo, point extrêmement intéressant sous le rapport géologique.

D'après mes indications, une carrière de calcaire donnant une chaux éminemment hydraulique a été ouverte à Pilzone tout à fait au bord du lac. Le calcaire est transporté au moyen de barques par le lac et le canal de la Fusa-Seriola, dérivation de l'Oglio, jusque vers la station de Palazzolo, entre Bergame et Brescia. C'est là que M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées, Du Houx, chargé de la construction des chemins de fer du Lombardo-Vénitien, a fait établir une magnifique usine à chaux blutée, confiée aux soins de MM. Léon et Edouard Pavin de Lafarge et Léon Régny, qui y appliquent tous les procédés employés depuis longtemps, avec tant de succès, dans l'usine de Lafarge du Theil, département de l'Ardèche (France).

La station de Palazzolo est située sur un plateau, dans une plaine dont le sol est formé par des graviers et cailloux roulés, recouverts d'une faible couche de terre végétale. Tout près de la station, et au-dessous de l'usine à chaux, coule l'Oglio dans une profonde échancrure qui permet d'étudier commodément la formation de graviers et de cailloux sur une hauteur de plus de 35 mètres.

C'est un amas de cailloux de petite dimension, mêlés à du gravier et à du sable, ayant cette espèce de stratification qu'on peut nommer torrentielle, stratification qui se montre dans les dépôts laissés par les fleuves à courant assez rapide pour charrier des pierres. Le gravier et le sable s'isolent assez fréquemment des cailloux, et forment des petits dépôts spéciaux intercalés au milieu de la masse, affectant la forme de lentilles très aplaties et allongées. Cette disposition est mise à profit par les maçons qui extraient le sable et le gravier fin de ces lentilles pour les employer à la confection des mortiers.

Très souvent les cailloux sont agglutinés par un ciment calcaire, de formation postérieure, due à l'infiltration des eaux, et ils constituent ainsi des poudingues plus ou moins solides. Le chemin qui conduit de la station du chemin de fer à la ville de Palazzolo traverse en tranchée de ces poudingues. En aval de la ville, au bord de l'Oglio, on en voit qui affectent des formes assez pittoresques.

La partie tout à fait supérieure de la formation, et seulement cette partie-là, est composée de gros cailloux mêlés à d'énormes blocs roulés dont le volume atteint quelquefois près d'un mètre

cube. On peut facilement étudier ce dépôt supérieur dans toutes les chambres d'emprunt qui ont fourni les matériaux des talus du chemin de fer.

Par places, ce dépôt a creusé l'inférieur composé de petits cailloux mêlés à du gravier et à du sable, et il s'est fait une forte accumulation de gros blocs. On en voit un exemple à l'extrémité de la station de Palazzolo, du côté de Brescia.

La formation des cailloux de Palazzolo se continue jusqu'au lac d'Iseo avec les mêmes caractères. L'Oglio, écoulement du lac, coule constamment dans un lit profond creusé au milieu de cette formation, ce qui permet de l'étudier tout le long du cours de la rivière sur des hauteurs qui parfois sont encore plus considérables que celles qui avoisinent l'usine de Palazzolo.

La puissance de cette formation, que l'on peut observer sur une hauteur de 30 à 40 mètres, mais dont la profondeur est inconnue; son étendue qui est de 12 à 15 kilomètres en longueur de Sarnico, extrémité du lac d'Iseo, jusqu'au delà de Palazzolo et qui se prolonge encore beaucoup plus loin, sur une très grande largeur, toute la plaine paraissant avoir la même constitution géologique; l'espèce de stratification existant dans la disposition des matériaux qui montre qu'ils se sont déposés d'une manière calme et régulière; la taille des cailloux qui reste toujours petite dans tout l'ensemble, sauf vers le sommet; tout prouve que c'est là un dépôt lent qui a dû demander un laps de temps fort long pour se former.

Ce dépôt s'est terminé par l'irruption très violente d'une masse d'eau, comme le montrent les gros cailloux et les énormes blocs roulés qui le recouvrent.

Parmi les cailloux de petite taille, j'ai trouvé à Palazzolo des granites, des eurites, des diorites, des micachistes, des porphyres, des verrucanos, grès et schistes altérés, des grès divers, des roches dolomitiques, des calcaires de toutes les couleurs, parmi lesquels beaucoup de teinte plus ou moins foncée, enfin toute la série des roches qui se retrouve en place, au delà du lac d'Iseo, dans le val Camonica Les roches les plus voisines, celles qui entourent le lac, dolomies de Vello et de Predore, silex de couleur claire, grès de formation plus récente, ne se montrent qu'en très petite quantité et comme exceptionnellement.

La grande distance parcourue par les pierres qui composent ce dépôt est une preuve de plus qu'il a dû mettre un temps extrêmement long à se former.

Parmi les blocs roulés de la partie supérieure, on retrouve à peu près les mêmes roches, mais dans des proportions toutes diffé-

rentes. Les porphyres, peu abondants parmi les petits cailloux, le sont énormément parmi les gros blocs. Par contre, les roches granitiques communes dans l'ensemble de la formation, le sont moins à la partie supérieure.

On voit aussi en grand nombre, parmi les gros blocs roulés des grès et poudingues tertiaires, des calcaires blancs, des dolomies semblables à celles de Vello et de Predore, enfin toutes les roches qui entourent le lac d'Iseo et qui ne se montrent qu'en petite quantité parmi les petits cailloux.

En remontant l'Oglio on rencontre tantôt sur une rive, tantôt sur l'autre, à des niveaux différents, des terrasses qui montrent que la rivière, pour creuser le lit étroit et profond dans lequel elle coule actuellement, a été, sur plusieurs points, obligée de miner le sol sur une bien plus grande largeur. Ce travail a dû demander de longues suites d'années. Il est pourtant postérieur à la débâcle, qui a répandu à la surface de la plaine les gros cailloux et les blocs roulés. En effet, si le lit actuel de l'Oglio et les terrasses avaient existé à ce moment, c'est dans cette dépression du sol que se seraient jetés et accumulés les blocs, tandis que c'est justement là qu'ils sont le moins nombreux.

Au-dessus de la plaine, entre Palazzolo et Cocaglio, mais beaucoup plus près de cette dernière ville, s'élève une montagne isolée connue sous le nom de Monte Orfano.

Elle est entièrement composée de couches épaisses de poudingue compacte formé de petits cailloux calcaires de diverses couleurs. Ces poudingues contiennent plus ou moins de sable et passent parfois au grès. On n'y a jamais trouvé de fossiles, de sorte qu'il règne une grande incertitude sur la détermination de leur âge géologique. J.-B. Villa (*Osserv. geol. sopra il Bresciano ed il Bergam.*) leur trouve l'aspect d'une roche nummulitique; Studer, dans sa carte géologique de la Suisse, en fait du flysch, partie supérieure du terrain nummulitique; Henry Bach, dans sa carte géologique de l'Allemagne, rapporte ces poudingues à la formation de Vienne, qui fait partie de l'éocène; Hauer, dans sa carte de la Lombardie, colore aussi le Monte Orfano en éocène.

Malgré la valeur incontestable de tous ces témoignages, je suis tenté de ranger les poudingues du Monte Orphano parmi les terrains miocènes ou pliocènes : ce serait un faciès côtier, dépôt d'une côte caillouteuse, battue par les vagues, de l'époque où vivait la faune de Turin ou celle de l'Astésan. Le manque de fossiles est dû à la présence des cailloux et à l'action du roulis qui détruisait rapidement les dépouilles des mollusques, échinides ou polypiers.

Ce qui me porte à rajeunir les couches de Monte Orfano, c'est leur position avancée dans la plaine d'une part, et de l'autre leur parfaite ressemblance physique et minéralogique avec les poudingues contre lesquels s'appuie Conegliano dans la province de Trévise, qui eux aussi sont dans une position avancée en dehors des Alpes, et qui sont certainement miocènes, s'ils ne sont pas plus récents.

Un petit massif de montagnes se trouve aussi isolé au bord du lac Iseo entre Capriolo, Paratico, Clusane, Nigolino et Adro. Ce massif est beaucoup plus intéressant que le Monte Orfano, parce qu'il se compose de plusieurs terrains, parfaitement distincts, en superposition regulière et en contact immédiat.

Une coupe (pl. XX, fig. 2) partant de l'Oglio et se dirigeant sur Budrio, dépendance de Nigolino, en passant par le sommet de Monte San-Onafrio et de Monte Alto, donne une idée complète de la constitution de ce massif, dont les couches, se dirigeant du N.-N.-E. au S.-S.-O., se trouvent ainsi coupées à peu près perpendiculairement à leur direction générale.

Tout l'espace entre l'Oglio et Vanzago est occupé par la formation de cailloux que j'ai décrite précédemment. Sur ce point on peut observer une terrasse latérale parfaitement dessinée.

A Vanzago on trouve des grès formant tout le revêtement O.-N.-O. du Monte San-Onafrio.

Leur teinte est gris bleuâtre : les grains sont plus ou moins fins ; parfois ces grès contiennent des graviers roulés et même de petits cailloux et passent au poudingue ; parfois aussi ils deviennent marneux, à pâte très fine.

On n'y a point encore rencontré de fossiles animaux ; on y trouve seulement des débris de végétaux charbonnés, mais en si mauvais état qu'il est impossible de les déterminer.

Ce grès est en général compacte, solide, résistant ; aussi est-il exploité sur plusieurs points pour la construction, comme pierre de taille. On l'exploite à Vanzago même, sous le château de Paratico, et surtout au-dessus de Sarnico où il y a de fort belles carrières.

Les graviers les plus gros contenus dans le grès de Vanzago sont des marnes calcaires blanchâtres, semblables à celles qui gisent au-dessus du grès et dont je parlerai tout à l'heure. Il y a aussi des graviers de calcaire noir et des débris de silex brun.

Les grès s'étendent depuis Capriolo jusqu'à Paratico, et on les retrouve de l'autre côté de l'Oglio à Sarnico.

Villa et Hauer, avec la plupart des géologues lombards, placent

ces grès dans la craie supérieure. Studer et Bach les mettent dans l'éocène. Je partage complétement cette dernière opinion pour plusieurs raisons.

La première qui frappe tout de suite l'esprit, bien que ce soit la moins concluante, c'est que ce grès a tout à fait l'aspect tertiaire. Il rappelle parfaitement certains grès du flysch des Alpes suisses et savoisiennes.

La seconde, c'est que ce grès est superposé, comme je vais le montrer, aux marnes calcaires blanchâtres à *Catillus* qui représentent l'étage supérieur de la craie.

La troisième, c'est qu'il contient des cailloux de ces mêmes marnes calcaires qui étaient donc déjà solides, relevées et en partie dénudées lorque le grès s'est déposé.

Immédiatement au-dessous de ce grès, en contact direct avec lui, et, sur ce point, en stratification paraissant concordante, se trouvent des couches de marnes calcaires de diverses teintes grises, parfois jaunâtres et même lie de vin, mais toujours claires, tendant au blanc, surtout après avoir subi l'action de l'air.

C'est le crétacé supérieur.

Tous les géologues sont maintenant d'accord pour faire rentrer ces marnes dans la craie.

Elles s'étendent depuis Capriolo jusqu'à Paratico où elles ont subi une grande dénudation, puis elles réapparaissent et forment le Monte Belvedere qui longe le lac d'Iseo et se termine près Clusane.

Sur ces divers points je n'ai pas prouvé de fossiles; mais en face, de l'autre côté de l'Oglio, à Credaro, dans des roches analogues, l'ingénieur Fedrighini (de Sarnico) a, d'après Villa, trouvé un *Catillus* qu'il a cédé à Zepharovich, géologue de l'Institut géologique de Vienne. Ragazzoni (de Brescia) m'a également montré des *Catillus* de la craie supérieure recueillis par lui sur d'autres points de la province, dans des marnes identiques avec celles du Monte Onafrio.

Ces marnes, sur une puissance de plus de 100 mètres, ne contiennent presque pas de silex : on n'en voit que quelques rares lits : mais vers le bas elles passent insensiblement à un calcaire plus pur, plus blanc, plus dur, qui est tout coupé de très nombreux lits de silex blond-corné. C'est le néocomien, comme le prouvent les fossiles qu'on y rencontre.

Les calcaires blancs à silex se développent surtout au fond de la petite plaine triangulaire qui existe entre Capriolo et Adro. C'est là, immédiatement au-dessous de la chapelle de San-Onafrio,

qu'on peut facilement les étudier. Du côté opposé à San-Onafrio les couches s'élèvent jusqu'au sommet de Monte Alto.

Les fossiles trouvés dans ce calcaire sont, d'après F.-J. Pictet (de Genève), qui a eu l'obligeance de les déterminer et qui les a cités dans sa *Description des fossiles néocomiens des Voirons*, publiée avec de Loriol :

*Belemnites latus*, Blainv.
*Ammonites subfimbriatus*, d'Orb.
*Rhynchoteuthis Quenstedti*, Pict. et Lor.
— *Sabaudianus*, Pict. et Lor.
*Aptychus Mortilleti*, Pict. et Lor.
— *angulicostatus*, Pict. et Lor.

Toutes ces espèces se retrouvent dans le néocomien des Voirons, près de Genève, et presque toutes dans celui du département de la Drôme et du midi de la France.

Il y a aussi une *Terebratula* sur laquelle le professeur Pictet a donné la note suivante :

« *Terebratula diphyoides* sans trou, forme fréquente dans le kellovien, non encore connue dans le néocomien. Ressemblant à la *T. deltoidea*? »

Cette forme a été trouvée aussi plusieurs fois par le professeur Massalongo dans le néocomien du Véronais.

Depuis l'envoi fait à Pictet j'ai recueilli :

Un fragment de céphalopode enroulé, très probablement d'une *Ammonites* du groupe des *Astierianus* ;

L'*Aptychus radians*, Coq. ;

L'*Aptychus Serranonis*, Coq., bien caractérisé. Le type de cette espèce est rare ; mais on rencontre très fréquemment une variété qui n'a été ni décrite, ni figurée ; les lames ou plis, au lieu de s'arrondir vers le bord droit de la valve, arrivent perpendiculairement sur ce bord sans s'arquer : j'en fais l'*A. Serranonis*, var. *Pictetianus*, Mort. ;

Enfin, une petite acéphale indéterminable.

Ces divers fossiles proviennent de trois niveaux bien différents que j'ai désignés sur la coupe par les lettres A, B et C.

Au niveau A, vers la partie supérieure de la formation, j'ai trouvé, dans une carrière ouverte au bord de la plaine, au-dessous de la chapelle de San-Onafrio une abondance considérable d'*Aptychus*. Ils sont si nombreux que leurs restes forment parfois un petit lit de 1 à 2 millimètres d'épaisseur, atteignant exceptionnellement jusqu'à 5 millimètres.

On peut ainsi enlever de larges plaques toutes composées d'*Aptychus* pressés les uns contre les autres et plus ou moins bien conservés. Les empreintes en outre restent sur la pierre encaissante.

Ces lits d'*Aptychus* contiennent :

*A. angulicostatus*, dont les lames ou côtes, en approchant du bord droit de la valve, reviennent vers le sommet en formant un angle aigu ;

*A. Serranonis*, type dont les lames en approchant du bord droit s'arquent et décrivent un arc de cercle en se courbant vers le sommet ;

*A. Serranonis*, var. *Pictetianus*, dont les lames se courbent peu et viennent tomber perpendiculairement sur le bord droit ;

*A. Mortilleti*, dont les lames, en approchant du bord droit, s'infléchissent fortement du côté de la pointe de la valve.

Les *A. angulicostatus*, *Pictetianus* et *Mortilleti* sont très abondants tous les trois. L'*A. Serranonis* type est au contraire très rare.

Il est aussi quelques échantillons à lames hautes, tranchantes, espacées, flexueuses, qui paraissent appartenir au vrai type de l'*A. Didayi*, Coq.; mais ils sont en trop mauvais état pour ne pas laisser des doutes.

C'est aussi au niveau A, que j'ai trouvé dans les mêmes couches que les *Aptychus* un certain nombre de *Rhynchoteuthis Quenstedti* à capuchon fort court, et *R. Sabaudianus* à capuchon beaucoup plus long.

Le *Belemnites latus* appartient à ce niveau.

Tout à côté de lui, dans le même morceau de pierre, se trouvaient également des *Aptychus*.

Au niveau B, partie inférieure de la formation, dans une carrière ouverte comme marbre, située dans un bois, au-dessus du chemin, de l'autre côté de la petite plaine triangulaire, j'ai recueilli :

*Ammonites subfimbriatus*.
Le fragment du groupe des *A. Astierianus*.
La petite Acéphale.
La *Terebratula dyphyoides* ?.
Et l'*Aptychus Mortilleti*.

Au niveau C, tout à fait à la base de la formation, j'ai trouvé vers la crête du Monte Alto, au-dessous d'une ruine, l'*Aptychus radians*, deux échantillons, dont l'un montre les deux valves. Outre les radiations, qui sont très faibles, cette espèce est bien caractérisée par ses lignes de points enfoncés qui séparent les lames, surtout dans la première partie des valves.

Cette faune provenant de tous les niveaux des couches de calcaire blanc compacte, à silex blond-corné, prouve très clairement que toutes ces couches appartiennent bien au néocomien.

C'est le *biancone* des Vénitiens reconnu par tous les géologues pour une assise néocomienne.

C'est aussi la *marmo-maiolica*, ou simplement la *maiolica* des géologues lombards, sur laquelle les sentiments sont très partagés. Les uns, comme Hauer, dans ses *Erlauterungen zu einer geologischen Uebersichts Karte der Schichtgebirge der Lombardie*, 1858, mettent avec raison la marmo-maiolica dans le néocomien. Les autres, comme Stoppani, *Studii geologici e paleontologici sulla Lombardia*, 1858, considèrent la marmo maiolica comme intimement liée au *calcare rosso ammonitico*, calcaire roux à Ammonites, qui est évidemment jurassique, et, par suite, placent la maiolica dans le même terrain. Mais, bien qu'il y ait contact immédiat, succession régulière, en apparence non interrompue, concordance de stratification entre les deux assises, elles n'en sont pas moins très nettement séparées, non-seulement par l'aspect physique, mais encore et surtout par la faune qui est distincte dans chacune d'elles. Ces faunes doivent faire ranger la marmo-maiolica dans le néocomien et le calcareo rosso ammonitico dans le jurassique. Si quelques couches du calcareo rosso contiennent des *Aptychus*, ce sont des espèces parfaitement distinctes de celles du néocomien. Ces couches ne renferment absolument que des *Aptychus* du groupe des *lamellosus*, Park., et du groupe des *latus*, Park., caractéristiques du jurassique supérieur corallien, oxfordien et kellowien. Il n'y a jamais aucune espèce du groupe des *Didayi* et de celui des *radians*, caractéristiques du néocomien. Si l'on en a signalé, c'est par suite de confusions.

Au Monte Alto, au-dessous de la maiolica, se trouvent des couches peu épaisses de calcaire gris ou roux, avec silex parfois très abondants intercalés : c'est le représentant du calcareo rosso. La succession a lieu, comme je l'ai dit, d'une manière intime ; les deux terrains se trouvent en contact immédiat et en stratification concordante. Ces couches grises et rousses forment toute l'extrémité de la montagne du côté d'Adro, et vers le nord s'étendent jusqu'à l'Osteria Zuccone (fig. 1). En descendant la montagne par une arête qui se trouve sur la ligne de coupe, on traverse une longue succession de ces couches, jusque vers Budrio, où elles s'enterrent sous les alluvions et le diluvium glaciaire.

Ces couches sont exploitées en grand vers Adro comme moellons, pour les constructions.

On y trouve des *Belemnites* et des *Ammonites*, d'après Fedrighini et Ragazzoni; mais je n'en ai pas rencontré. Les fossiles y sont peu abondants. J'ai seulement recueilli sur ce point des empreintes de fucoïdes indéterminables. J'ai soumis la plus caractérisée à A. Massalongo (de Vérone), qui a une si belle et si riche collection de plantes fossiles; il m'a répondu :

« Votre échantillon paraît être un fragment du genre *Münsteria*. Il est en effet semblable à quelques morceaux que j'ai trouvés à Tregnago dans le crétacé inférieur, probablement dans le gault. Cette algue du terrain cretacé de Tregnago, semblable à la vôtre, porte le nom, dans ma collection, de *Münsteria variabilis* var. *æqualis*, Mass. J'ai trois ou quatre variétés qui sans doute appartiennent toutes à la même espèce. »

La succession des terrains que je viens de décrire en donnant la coupe des Monte San-Onafrio et Monte Alto (fig. 2) se retrouve dans le même ordre et avec les mêmes caractères, sur la rive droite du lac d'Iseo, entre Sarnico et Predore (fig. 3).

Les grès éocènes se montrent au-dessus de Sarnico où se trouvent les carrières dont j'ai parlé précédemment. Ils se terminent à la base par des poudingues à graviers bruns parmi lesquels il y en a beaucoup de siliceux.

Le crétacé supérieur, marnes calcaires grises, jaunâtres ou lie de vin, tendant toutes au blanchâtre, viennent ensuite.

Puis se montrent le néocomien, marmo-maiolica, calcaire blanc, compacte, avec silex blond cornés. Au col de la Forcella, tout à fait dans les couches supérieures de ce calcaire, j'ai trouvé un *Aptychus* incontestablement du groupe des *Didayi*, mais trop altéré pour pouvoir être déterminé d'une manière plus précise.

Viennent ensuite des couches peu épaisses d'un calcaire variant du gris au roussâtre, très chargé de silex, qui est évidemment l'équivalent de celui d'Adro, et qui représente le jurassique ou calcareo-rosso-ammonitico.

Ce calcaire se termine du côté de Predore, c'est-à-dire à sa partie inférieure, par des couches d'un calcaire siliceux blanchâtre qui contient des *Belemnites* et des *Ammonites* aplaties en assez mauvais état. Ces couches blanchâtres, très fortement redressées, presque verticales, s'observent très bien dans un petit ravin où l'on a ouvert une carrière, non loin du lac. Ce sont elles qui ont pu être prises parfois pour la marmo-maiolica, ce qui a fait ranger cette roche dans le jurassique. Mais ici le calcaire blanchâtre siliceux est inférieur aux couches dites calcareo-rosso-ammonitico; ce ne peut donc être la vraie maiolica.

Les *Ammonites* que j'ai recueillies dans ce calcaire se rapportent à la *radians*, Schloth. Ce serait donc déjà du lias supérieur. Mais on peut d'autant moins déterminer l'âge de ces couches par une seule espèce de fossiles, qu'en Lombardie on trouve de curieux mélanges d'espèces dans les couches jurassiques et liasiques. Omboni, dans la note *Intorno alla Carta geologica della Lombardia ed alla relativa Memoria del F. di Hauer*, 1859, dit : « Tous les jours, de nouveaux faits nous persuadent, Stoppani et moi, que dans le calcareo-rosso-ammonitifero il y a des fossiles appartenant à tous les étages établis par d'Orbigny dans le terrain jurassique. »

J'ai montré précédemment une forme de *Terebratula* kellovienne passant dans le néocomien.

Il serait bien intéressant de recueillir les fossiles lombards avec beaucoup de soin, couche par couche, et de comparer leur distribution avec celle des mêmes espèces dans les terrains de France et d'Angleterre.

Après les couches blanchâtres viennent d'autres couches calcaires, beaucoup plus épaisses, grises, foncées, contenant encore du silex, mais en moins grande quantité : c'est bien le lias. Ces couches se courbent et se replient sur elles-mêmes. Cette disposition très apparente, frappe la vue de la manière la plus nette quand on regarde la montagne depuis le lac et même depuis la rive opposée.

Dans le centre de ces couches repliées sont donc les plus anciennes qui contiennent en assez grand nombre des fossiles qui affectent les formes qui se retrouvent dans les couches de Kossen, couches qui ont servi de types aux Allemands pour créer leur *Kossener-Schichten*, groupe que l'on range maintenant, d'un commun accord, dans le lias inférieur, et qui paraît être l'équivalent des grès infraliasiques de France.

Parmi ces fossiles je puis citer l'*Avicula Escheri*, Mer., recueillie au-dessus de Predore, et une *Terebratula* de la famille des *biplicatæ*, très abondante par places, semblable à celle qui se rencontre également en grande abondance dans l'infralias de Meillerie (Savoie), au bord du lac de Genève.

La détermination de l'âge des couches intérieures du grand plissement de Predore ne peut donc laisser aucun doute; ces couches appartiennent à l'infralias.

Au delà de Predore se trouve un grand escarpement de calcaire dolomitique qui doit déjà appartenir à la partie supérieure des terrains triasiques. Je n'y ai pas trouvé de fossiles; mais des couches magnésiennes existent très développées de l'autre côté du lac, et j'y ai recueilli, dans des calcaires dolomitiques exploités à Vello pour

faire de la chaux, un grand nombre d'*Avicula* semblables à celles que Escher de la Linth a figurées pl. IV, fig. 20 à 33 du *Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzenden Gegenden*, et qu'il place dans son $t^2$ muschelkalk.

En continuant à remonter la rive droite du lac on rentre dans les couches moins anciennes, le lias et le jurassique, qui redescendent au niveau de l'eau, entre le grand escarpement dolomitique dont je viens de parler et Tavernola ; mais les couches sont là très brunes, d'un gris foncé, avec des silex presque noirs. La partie supérieure, c'est-à-dire le jurassique, ne peut plus porter le nom de calcareo-rosso, et on ne peut plus la confondre avec la marmo-maiolica.

A Tavernola le lias supérieur est très développé. Il est formé de couches de moyenne épaisseur, d'un calcaire gris brun, très compacte, contenant peu de silex et donnant de la bonne chaux hydraulique. En ayant fait exploiter pour l'usine de Palazzolo, j'y ai trouvé un certain nombre d'*Ammonites* appartenant toutes à la *radians*, Schloth., sauf un échantillon d'une autre espèce, malheureusement trop imparfait pour être déterminé d'une manière sûre.

J'ai aussi trouvé parmi des pierres exploitées pour la construction de beaux fucoïdes en relief. Abraham Massolongo, qui a bien voulu les examiner, m'a remis à leur sujet la note suivante :

« Il y a deux *Chondrites* que l'on croit généralement être deux espèces distinctes, mais je pense que ce sont des âges divers d'une seule espèce.

» Le premier, plus petit et à rameaux plus nombreux, serait le *Chondrites intricatus*, Sternb., dans le sens de la fig. 59. Zigno et Meneghini (Zigno, *Fl. ool. univ.*, p. 31, pl. II, f. 2) disent qu'il a été trouvé, à M. Pizano et Molina, dans le terrain jurassique inférieur ou lias de la Toscane, et qu'il se trouve aussi dans les terrains crétacés et tertiaires, comme on le croit communément aujourd'hui. J'estime pourtant que les fucus d'âges si divers sont distincts. Cependant il ne serait par impossible que cette espèce traversât tous ces terrains sans être caractéristique d'aucun, car, il faut l'avouer, ces fucoïdes liasiques sont parfaitement semblables pour la forme à la figure donnée par Sternberg, qui convient aussi très bien aux exemplaires qu'on trouve dans la craie et dans le tertiaire. Les échantillons de Tavernola sont aussi presque identiques avec le *Chondrites expansus* v. *junior*, F. O., du flysch des Alpes suisses.

» Le second *chondrites*, plus grand, plus large, à rameaux isolés, à bifurcations moins nombreuses et moins serrées, a beaucoup de rapport avec le *Chondrites furcatus* de Zigno et de Meneghini, et

rappelle aussi certaines formes du *Chondrites Targionii* qui se trouve dans le lias, le jurassique et le crétacé, et plus encore du *Chondrites Bollensis*, Kur., mélange d'espèces. Les échantillons ne sont pas assez bien conservés pour qu'on puisse établir un jugement positif. Par leur forme convexe et presque cylindrique ils se rapprochent du *C. lumbricalis*, Kur., mais ils sont beaucoup plus petits. Le rapprochement est encore bien plus grand avec mon *C. isidioides*, Mass., des schistes bitumineux de S. Daniele (Vicentin) appartenant à la période néocomienne. Mais les échantillons de Tavernola sont un peu différents de toutes ces espèces. »

De l'autre côté du lac, au cap de Pilzone, on trouve les mêmes couches liasiques. C'est là qu'est établie l'exploitation de calcaire qui alimente les fours à chaux de l'usine de Palazzolo. Les travaux m'ont procuré un assez grand nombre d'*Ammonites*, près d'une centaine. Ce sont presque exclusivement des *A. radians*, Schl. Il y a pourtant cinq ou six autres espèces, parmi lesquelles se trouvent *A. fimbriatus*, Sow., et *heterophyllus*, Sow.

Dans sa carte géologique de la Lombardie, Hauer range, avec raison, les couches du cap de Pilzone, dans le lias supérieur, mais il donne une beaucoup trop grande extension à ce terrain en lui faisant occuper tout l'espace qui se trouve entre Pilzone et Iseo.

Les couches presque verticales qui constituent le monticule du cap se retrouvent, au delà de la route, du côté de la montagne et forment une crête qui s'élève jusque vers le sommet de la Pointe dell' Oro. Mais de ce côté les couches du lias ont dépassé la verticale et se sont renversées.

Elles s'appuient sur des couches beaucoup plus minces de calcaire rougeâtre avec une grande abondance de silex. C'est le jurassique, l'équivalent des couches d'Adra et du bord du lac entre Cade et Predore.

Au-dessus de ces couches jurassiques s'élève un grand escarpement de calcaire compacte blanc, avec silex blonds cornés, qui domine le village de Pilzone et supporte la chapelle du Pra del Monte dont le clocher se voit de loin.

C'est encore là la marmo-maiolica, semblable à celle qui se trouve de l'autre côté du lac, entre la Forcella et Cade, semblable à celle que j'ai décrite dans la coupe des monts San-Onafrio et Alto. C'est le néocomien. Il se montre jusque vers Iseo (fig. 1). On peut l'étudier très commodément à Montecolino, petit mamelon qui baigne dans le lac, entre Pilzone et Iseo.

Si l'on continue à se diriger vers le sud, après avoir vu disparaître le néocomien sous les dépôts glaciaires, on retrouve, dans

le profond ravin de Curtelo (fig. 1), les calcaires gris rougeâtres à silex qui constituent le jurassique ou calcareo-rosso-ammonitico. Sur ce point, j'ai recueilli une *Belemnites* conique, ou plutôt aciculaire, car elle est mince vers l'alvéole et fort longue, canaliculée sur toute la longueur, forme évidemment jurassique.

Au delà, en se dirigeant toujours au sud, vers Provaglio, réapparaissent les couches liasiques, semblables à celles de Tavernola et du cap de Pilzone, mais peu inclinées. Ces couches font une pointe dans la plaine, entre Iseo et Provaglio (fig. 1).

Toute la plaine, entre Clusane, Nigolino, Provaglio et Iseo, sauf les parties qui sont occupées par des marais et par des tourbières, a son sous-sol formé de cailloux et de graviers roulés semblables à ceux de Palazzolo. Ces cailloux ont aussi été sur un grand nombre de points agglutinés par un ciment calcaire et forment ainsi des poudingues plus ou moins solides.

Mais ce dépôt de cailloux, au lieu de remplir la plaine d'une manière uniforme et d'avoir sa surface presque horizontale, comme à Palazzolo, où il n'est profondément raviné que par l'Oglio, se trouve ici tout déchiré, tout en lambeaux. La plaine offre une nombreuse succession de petits monticules plus ou moins arrondis, disséminés un peu partout, dans un ordre très irrégulier.

Entre Nigolino, Borgonato et Provaglio, les cailloux et les poudingues ont été poussés, brisés, accumulés en bourrelet demi-circulaire, comme je l'ai indiqué dans la figure 1. Au delà se montrent en abondance le terrain glaciaire et les blocs erratiques; ils forment aussi une ligne de collines semi-circulaires qui, partant du pied de la montagne liasique qui domine Provaglio, va jusqu'à la montagne jurassique d'Adro et de Nigolino et ceint toute la plaine.

Ces collines, comme l'a fort bien indiqué J. B. Villa dans ses *Osservazioni geognostiche e geologiche del Bresciano e del Bergamasco*, 1857, sont les diverses moraines frontales laissées dans la période glaciaire par un grand glacier provenant des montagnes situées au delà du lac d'Iseo.

Les phénomènes glaciaires ne se montrent nulle part d'une manière aussi claire, aussi nette, qu'à l'extrémité méridionale du lac d'Iseo.

Les blocs erratiques de roches cristallines et de porphyre abondent le long de la rive gauche du lac. On les trouve sur toutes les pentes qui avoisinent Pilzone. Au nord du village, entre le calcaire liasique et le calcaire néocomien, sur les couches jurassiques plus facilement attaquables, il y a une véritable accumulation

de ces blocs; ils s'élèvent jusque sur le plateau de Pra del Monte qu'ils recouvrent entièrement. On trouve là, à plus de 350 mètres au-dessus du niveau du lac, qui a sur certains points 150 mètres de profondeur, des blocs cubant 4 mètres. Quel courant aurait pu élever de pareilles masses de pierre à une si grande hauteur au-dessus d'abîmes si profonds? En outre ces blocs ont toutes leurs arêtes, bien qu'ils proviennent de très loin. On ne trouve en place les roches dont ils sont composés que vers les sommités de la vallée de l'Oglio, bien au delà du lac d'Iseo. Leurs angles ne sont pourtant qu'émoussés; ils ne sont point arrondis, comme cela aurait certainement eu lieu si ces blocs avaient été roulés par un courant.

Bien plus, quelques-uns de ces blocs, de fort grande dimension, sont posés sur des pentes de la montagne qui ont plus de 45 degrés. Ils s'y tiennent comme par enchantement. Il n'y a qu'un agent agissant d'une manière lente et paisible, prenant bien son temps, et incrustant, pour ainsi dire, le bloc dans le sol sous-jacent qui ait pu placer ainsi ces blocs. Ce n'est certes pas la manière d'agir des courants, mais bien celle des glaciers, qui de nos jours encore font de ces prodiges d'équilibre.

A l'est de la ville d'Iseo il y a une petite crique formée aussi par une énorme accumulation de blocs erratiques, au travers desquels on voit percer le néocomien. Ces blocs reposent sur des argiles blanchâtres, grasses, pâteuses, contenant, disséminés sans ordre dans leur intérieur, des cailloux aux formes irrégulières et couverts de stries et de rayures. Ce sont les argiles glaciaires à cailloux striés, dépôt caractéristique des glaciers

Ces argiles glaciaires varient suivant les localités d'après la nature des roches auxquelles elles ont emprunté leurs éléments. Celles des environs d'Iseo sont blanchâtres, parce qu'elles se sont formées surtout au détriment des marnes de la craie supérieure qui accompagnaient le néocomien et qui ont subi de la part des glaciers une puissante action de dénudation.

L'accumulation des blocs erratiques se continue sur la rive gauche du Curtelo au-dessus des couches jurassiques. Cette accumulation forme, à une certaine hauteur, une espèce de terrasse. C'est, ainsi que le dépôt de Pilzone, une partie de la moraine latérale du glacier qui remplissait la vallée du lac d'Iseo.

En allant d'Iseo à Pilzone, à droite de la route, au lieu dit Cavone, le néocomien sort de terre au milieu des champs et forme six ou sept petits tertres arrondis, qui donnent parfaitement une idée des roches moutonnées par les glaciers.

C'est aussi le grand glacier de la vallée de l'Oglio qui a moutonné le dépôt de cailloux de la plaine et qui a formé tous les petits mamelons qui sont disséminés entre Clusane, Nigolino, Provaglio et Iseo.

C'est également ce grand glacier qui a formé le bourrelet indiqué figure 1, qui va de Nigolino à Provaglio, en passant par Borgonato. La glace a poussé les cailloux, brisé les poudingues et relevé le tout en forme de berge demi-circulaire.

Derrière cette berge existe une nouvelle enceinte produite par l'accumulation des argiles glaciaires, recouvertes d'amas considérales de blocs erratiques : c'est la moraine frontale du grand glacier. Elle est on ne peut mieux conservée, et il suffit de la dessiner pour démontrer de la manière la plus évidente son origine. C'est ce que j'ai fait, figure 1, d'après la belle carte de la Lombardie, publiée par l'Institut géographique de Vienne.

La coupe que j'ai donnée, figure 2, montre aussi le terrain glaciaire, cailloux striés et blocs erratiques recouvrant les couches jurassiques au-dessus de Budrio.

Le long de cette coupe les blocs erratiques montent jusqu'à plus de 300 mètres au-dessus du niveau de la plaine. J'ai trouvé à cette hauteur, sur les pentes de Monte Alto, de blocs de gneiss et surtout de porphyre rouge, ayant un tiers et un demi-mètre cube de grosseur.

Le dépôt de cailloux de la plaine d'Iseo est antérieur à l'époque glaciaire, puisqu'il a été en partie dénudé et moutonné par l'action des glaciers. Il est antérieur, puisque argiles glaciaires, cailloux irréguliers striés et blocs erratiques reposent toujours au-dessus. Il en est de même de celui qui borde le lit de l'Oglio et qui forme le sol de Palazzolo, puisque ces deux dépôts sont parfaitement semblables. Ce dernier, du reste, est aussi recouvert par les argiles glaciaires et les cailloux striés, comme on peut le reconnaître au sommet du coteau qui supporte l'église de Paratico.

Ce grand dépôt de cailloux est formé de fragments de roches toutes venues de la vallée supérieure de l'Oglio ; le lac d'Iseo n'existait donc pas à l'époque postpliocène, pendant que se formait ce dépôt, car ces cailloux n'auraient pu traverser en si grande abondance les profondeurs du lac qui atteignent 150 mètres sans les combler.

Le lac d'Iseo est donc un résultat de l'époque glaciaire.

La dénudation du dépôt de cailloux dans la plaine d'Iseo, le moutonnement d'une partie de ce dépôt, et la formation du bourrelet entre Nigolino et Provaglio, nous montrent la manière

d'agir des glaciers sur ce genre de dépôt. Cette action a dû se continuer au-dessous du niveau de l'eau actuelle, toujours en s'approfondissant davantage, et c'est là ce qui a formé le bassin du lac d'Iseo.

Presque tous les lacs des Alpes ont la même origine.

Le lac de Garde a été produit par l'affouillement du grand glacier de la vallée de l'Adige, dont les moraines frontales entourent l'extrémité méridionale de ce lac ;

Les lacs de Côme et de Lugano, par le glacier de la vallée de l'Adda qui a laissé aussi ses moraines sur leurs rives ;

Le lac Majeur, par le glacier de la vallée du Tessin ;

Le lac du Bourget, par le glacier de la vallée de l'Isère, qui se dirigeait dans ce sens, comme le prouve la distribution des blocs erratiques ;

Le lac d'Annecy, par un glacier venant de la vallée de Beaufort ;

Le lac de Genève, par le grand glacier de la vallée du Rhône, qui, après avoir butté contre le Jura, s'est rejeté vers le nord et a creusé les lacs de Neufchâtel, de Bienne et de Morat qui se trouvent effectivement dans cette nouvelle direction.

On pourrait passer ainsi en revue tous les lacs de la Suisse jusqu'au lac de Constance, produit par l'affouillement du grand glacier de la vallée du Rhin.

Ce creusement des lacs alpins par les glaciers peut fournir un moyen d'apprécier l'immense durée de la période postpliocène.

Cette période a dû en effet être immensément longue, beaucoup plus longue qu'on ne le pense généralement, puisque pendant son cours toutes les vallées ont pu se remplir de cailloux et se niveler, non-seulement les vallées alpines, mais encore les grandes plaines qui s'ouvrent à leur débouché, tandis que depuis l'époque glaciaire, qui est bien loin de nous, les bassins des lacs des Alpes, qui sont relativement presque insignifiants, n'ont pu se combler.

Du côté de Sarnico, on retrouve par lambeaux l'argile glaciaire à cailloux striés et des blocs erratiques isolés, mais plus de moraines. Probablement, sur ce point, la moraine aura été emportée par quelque grande débâcle qui aura répandu dans la plaine les gros blocs roulés qui recouvrent le dépôt de cailloux postpliocènes. Ce qui semble confirmer ce fait, c'est que ces blocs se distinguent des cailloux roulés inférieurs par la nature des roches dont ils sont formés, et surtout par la proportion dans laquelle chacune de ces roches se rencontre, tandis qu'ils ont la plus grande analogie avec les accumulations des blocs erratiques.

Cette débâcle serait le dernier grand phénomène géologique qui

a eu lieu dans les environs de Palazzolo. Depuis, il n'y a plus eu que l'action lente de l'érosion des eaux de l'Oglio pour se creuser leur lit actuel.

M. Hébert fait une communication sur le lias et le trias du midi de la France.

*Note sur la limite inférieure du lias et sur la composition du trias dans les départements du Gard et de l'Hérault;* par M. Ed. Hébert.

Dans les courtes observations que j'ai eu l'honneur de présenter à la Société le 18 avril dernier, j'ai dit un mot des dépôts liasiques et triasiques qui s'appuient contre le versant oriental des Cévennes. Ces contrées ont été étudiées avec le plus grand soin par M. Émilien Dumas. Ses cartes géologiques m'ont permis de les parcourir avec autant de facilité que si elles m'eussent été connues par de longues recherches personnelles, et dans ce que je vais dire, en dehors de la limite entre le trias et le terrain jurassique, et aussi de la classification des assises triasiques, points sur lesquels je me trouve en désaccord avec cet éminent géologue, peut-être n'y a-t-il rien qui ne soit parfaitement connu de M. Dumas, et qu'il n'eût été à même de décrire beaucoup plus savamment; mais la science a ses exigences, et aujourd'hui il m'a paru indispensable d'appeler l'attention des géologues sur les caractères remarquables des premiers dépôts secondaires dans le midi de la France. Puisse d'ailleurs cet essai stimuler notre excellent confrère dans sa résidence de Sommières, et activer la publication d'un ouvrage aussi impatiemment attendu que la *Description géologique du département du Gard.*

Le lias, comme je l'ai déjà dit, présente dans le Gard les trois et même les quatre horizons du bassin de Paris. Le lias supérieur s'y trouve à l'état de marnes noires feuilletées avec Bélemnites et couvertes d'empreintes d'Ammonites (*A. serpentinus*, *radians*, etc.). La localité de Valtz, signalée par M. E. Dumas, à 5 kilomètres au S.-O. d'Alais, est très riche en fossiles. Au-dessous sont des calcaires noirâtres remplis d'*A. fimbriatus*, *Regnarti*, *margaritatus*, *Henleyi*, etc.

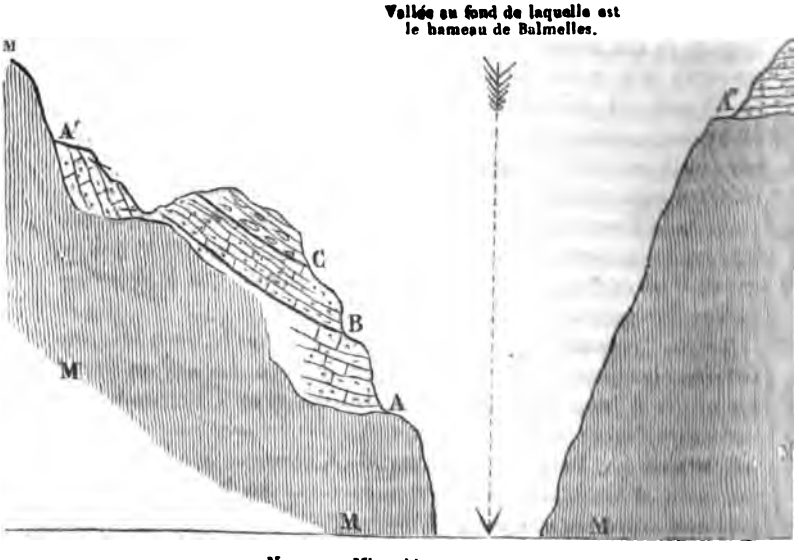
A 4 kilomètres à l'O.-N.-O. de Saint-Ambroix, dans le ravin qui monte de Meyrannes à Montagnac, j'ai rencontré dans des assises calcaires inférieures aux précédentes une couche renfermant en abondance la Gryphée arquée, et j'y ai recueilli l'*A. bisul-*

*cutus*. Cette assise offre dans les parties supérieures une grande quantité de *Mactromya liasina*, Ag., si fréquent dans le lias inférieur du bassin de Paris, mais qui remonte dans le lias moyen. On a longtemps cru que l'horizon de la Gryphée arquée manquait dans le Midi; on voit qu'il n'en est rien; on voit aussi qu'il se distingue très nettement du *lias moyen*, comme celui-ci se distingue non moins bien du lias supérieur. Nulle part je n'ai vu cette association anormale, et ce type liasique particulier au bassin méditerranéen que repousse avec tant de raison M. d'Archiac (1).

Le calcaire à Gryphées arquées se lie à la partie inférieure à d'autres calcaires de couleur moins foncée, renfermant à Montagnac une grande quantité de spongiaires, que j'ai observés exactement avec les mêmes caractères à 5 kilomètres à l'E. de Villefort (Lozère), entre les *Balmelles* et *Liquemaille*.

Le diagramme suivant donnera une idée de la composition du sol dans cette localité.

*Coupe de la vallée des Balmelles.*




M. . . . . Micaschiste.
A, A', A''. Grès infraliasique.
B. . . . . Calcaire infraliasique.
C. . . . . Calcaire dolomitique infraliasique.

(1) *Hist. des progr. de la géol.*, t. VI, p. 520.

Le calcaire à spongiaires C est dolomitique; il renferme aussi des oursins et d'autres fossiles peu déterminables. Les spongiaires sont très nombreux, plats ou ovoïdes, souvent de forme très irrégulière.

Il repose aux Balmelles sur des calcaires compactes B, très riches en fossiles (Bélemnites (1), Ammonites, Peignes, Térébratules, grandes Limes, etc.).

Au-dessous de ces calcaires sont des grès A passant aux poudingues à la partie inférieure qui recouvrent en stratification discordante les schistes micacés M, ou même le granite porphyroïde qui constitue les montagnes de cette région.

Ces grès et poudingues, que beaucoup de géologues appellent *arkoses*, ont été placés par M. Dumas dans le trias (keuper). Je ne saurais partager cette manière de voir. Pour moi, comme pour M. d'Archiac (2), ces grès sont le commencement des dépôts liasiques; ils se lient en effet de la manière la plus intime avec les calcaires fossilifères qui les recouvrent. Les petits cailloux de quartz, si abondants dans les grès, se continuent dans les assises calcaires; il y a même peu de parties de ces assises qui en soient dépourvues. De plus, les calcaires infraliasiques recouvrent presque toujours les grès, en sorte que ceux-ci dessinent parfaitement la forme de l'ancien rivage jurassique. Il n'en est pas de même par rapport aux assises plus anciennes que l'on doit rapporter au trias, et notamment par rapport aux assises gypsifères. Les grès tantôt s'étendent beaucoup au delà, tantôt ne les recouvrent pas. Il y a entre le système du gypse et celui du grès discordance générale de stratification, tandis qu'il y a concordance entre ceux-ci et les calcaires infraliasiques. Donc ces grès sont eux-mêmes infraliasiques; ils ont d'une manière remarquable les caractères minéralogiques des poudingues infraliasiques de Nevers, décrits t. XV, p. 699, et qui ne sont même pas à la base du système.

Les grès infraliasiques des environs de Villefort ont au moins 20 à 25 mètres d'épaisseur; ils couvrent en A'', où ils sont exploités en couches parfaitement horizontales, à une altitude de près de 900 mètres, une montagne de schistes qui domine les Balmelles

---

(1) Je ferai remarquer que c'est la première fois que l'on trouve des Bélemnites dans ces assises, et que M. B. Dumas (*loc. cit.*, p. 604) dit n'y en avoir jamais observé la plus petite trace.

(2) *Loc. cit.*, p. 521. M. Dufrénoy (*Explication de la carte géologique de la France*) plaçait ces grès dans le lias, mais il y plaçait aussi les gypses du keuper.

au N.-O., et dont les pentes abruptes s'élèvent de près de 300 mètres au-dessus du fond des vallées. Ces schistes sont fortement inclinés, atteignant même la verticale. Les grès sont en lits bien stratifiés, de structure homogène, renfermant des cailloux de petite taille, rarement plus gros qu'un pois. Les lits inférieurs sont plus grossiers, moins cohérents, avec quelques rares et très petits fragments de schistes; les lits supérieurs passent à des grès fins. De nombreuses fissures qui traversent tous les bancs sont tapissées de sulfate de baryte.

Aujourd'hui ces grès sont, comme les schistes eux-mêmes, coupés à pic par les profondes vallées des Cévennes; mais leur nature et leur gisement démontrent qu'ils se sont déposés dans des eaux tranquilles; autrement ils seraient remplis de fragments volumineux des schistes et des granites du voisinage. Les grains de quartz qu'ils renferment sont le résultat de la décomposition lente et longtemps prolongée des débris granitiques; tout ce qui était feldspath, mica ou schistes, a presque entièrement disparu dans cette longue trituration.

En suivant le vieux chemin de Villefort aux Vans qui domine les Balmelles au S. et fait face aux carrières de grès A″ dont nous venons de parler, on voit ces mêmes grès A′ entourer, en forme de ceinture, la crête schisteuse M′ qui sépare ce chemin de la route des Vans. Ces grès ne restent plus de ce côté dans une position horizontale; ils sont même par places fortement inclinés; mais ils sont évidemment le prolongement des couches horizontales A″ du nord des Balmelles; la vallée seule les en sépare. Leur altitude diffère à peine; le creusement de la vallée a seul séparé ces lambeaux dont l'un est resté immobile, et l'autre s'est incliné vers la vallée.

Certes, ce n'est pas sans émotion qu'au milieu de ces sites déjà si pittoresques et si grandioses, le géologue reconnaît ces traces si évidentes d'anciens rivages des mers, élevés aujourd'hui avec les dépôts qui s'y accumulaient, et qui sont restés intacts et horizontaux, à 900 mètres d'altitude, dominés à peu de distance par des escarpements schisteux ou granitiques de 2 à 300 mètres de hauteur, et qu'il assiste dans sa pensée à ces phénomènes des anciens temps que la science lui permet de reconstituer. Dans le chaos des Alpes, il faut de grands efforts, souvent de nombreuses hypothèses, pour rétablir l'ordre primitif. Ici cet ordre n'est masqué par aucun bouleversement.

L'ancienne mer jurassique, qui couvrait la vallée du Rhône et les Alpes, se présente à l'observateur dessinant de la manière la

plus nette un golfe limité au N. par les montagnes du Vivarais, au S.-O. par celles de la Lozère qui élèvent leurs cîmes à 16 ou 1700 mètres d'altitude. Le fond de ce golfe est à Villefort; il communique avec le grand golfe de Mende par un canal étroit qui sépare les montagnes de la Lozère de celles de la Margéride. Ce canal naturel, aujourd'hui vallée occupée par de petits cours d'eau, était donc un bras de mer, et des lambeaux de terrain jurassique permettent d'en tracer exactement le contour. La carte géologique de la France par MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy rend admirablement compte de cette disposition.

Ces anciens rivages avaient donc exactement leur relief actuel; toute cette partie du massif du plateau central a été surélevée de 900 mètres, mais rien n'est changé depuis dans les dispositions relatives des masses qui la composent.

Déjà la Margéride et la Lozère étaient des montagnes de 7 à 800 mètres de hauteur au moins. De leurs pentes devaient sans doute s'écouler de nombreux torrents roulant des fragments de roches au milieu du sable du rivage; mais les lambeaux dont nous parlions tout à l'heure ne montrent point d'indices qu'ils aient été à l'embouchure de ces cours d'eau; ils sont le résultat de dépôts plus tranquilles.

Quand on se rend compte ainsi de la disposition générale des sédiments autour des rivages schisteux ou granitiques, on acquiert aisément la conviction que les grès et les poudingues qui en forment la base sont le commencement de cette série sédimentaire, c'est-à-dire du terrain jurassique, conformément à l'opinion de M. Dufrénoy, et ne fait point partie d'un autre terrain, comme l'a admis M. Em. Dumas qui a rapporté ces grès au keuper.

En se dirigeant au S.-E. par la route de Saint-Ambroix, on rencontre à quelques lieues de Villefort un nouveau lambeau infraliasique au village d'Aujac.

Là, sur la route, au-dessous du château de Chaylard, on trouve une coupe naturelle des plus intéressantes. M. Em. Dumas (1), qui a signalé cette localité, a déjà dit que les couches de grès, pondingues et conglomérats (*arkoses*) qu'il rapporte au trias, sont surmontées par des calcaires marneux fossilifères faisant partie de l'infralias, et où il a signalé le *Pecten lugdunensis?*, Mich.; deux ou trois espèces de Peignes, des Avicules, une Plicatule, des Turritelles, des Pentacrinites et un *Cyathophyllum*. Tout ce système

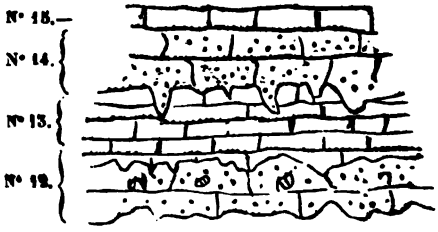
(1) *Bull.*, 2e sér., t. III, p. 605.

est en couches horizontales et adossé à la montagne schisteuse de la Tune.

Les grès d'Aujac alternent avec des calcaires magnésiens en bancs plus ou moins épais, et la façon dont cette alternance se présente est assez curieuse pour que je croie devoir entrer dans quelques détails à ce sujet.

Si l'on part de la partie inférieure du ravin de Chaylard, voici la succession des couches que l'on rencontre en montant :

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Grès (arkose), épaisseur non mesurée. | |
| 2. | Calcaire magnésien, noduleux. . . . . | 0,50 |
| 3. | Grès. . . . . | 1,50 |
| 4. | Calcaire magnésien. . . . . | 0,70 |
| 5. | Grès. . . . . | 4,00 |
| 6. | Argile sableuse. . . . . | 0,15 |
| 7. | Calcaire en couches irrégulières. . . . . | 0,80 |
| 8. | Grès à surface irrégulière, évidemment corrodée par les eaux, empâtant des blocs de calcaire. . . . . | 1,50 |
| 9. | Calcaire pénétrant profondément dans les érosions du grès sous-jacent. . . . . | 4,00 |
| 10. | Grès. . . . . | 1,00? |
| 11. | Calcaire à surface corrodée. . . . . | 1,00 |
| 12. | Grès à surface corrodée et blocs calcaires empâtés. . | 1,50 |
| 13. | Calcaire à surface ravinée. . . . . | 5,00 |
| 14. | Grès pénétrant dans les érosions du calcaire. . . . . | 3,00 |

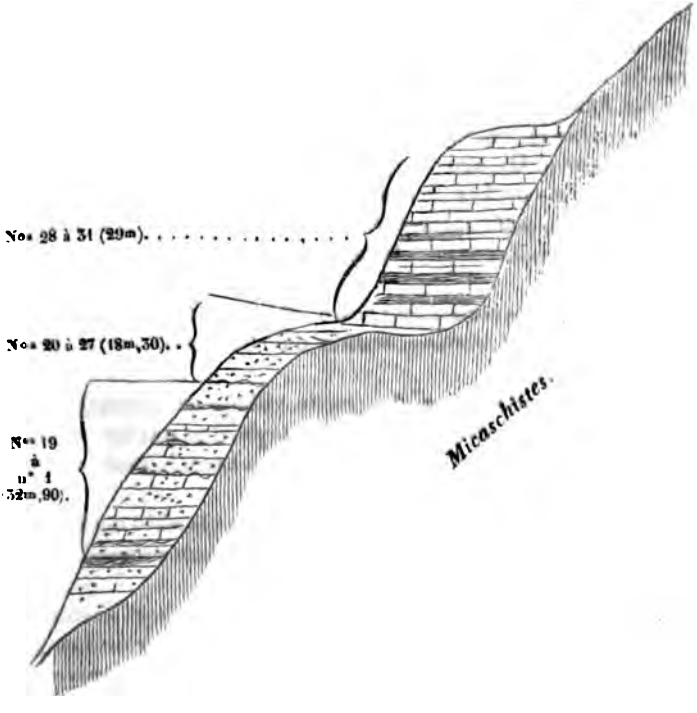



| | | |
|---|---|---|
| 15. | Calcaire. . . . . | 0,30 |
| 16. | Grès, argile et calcaire. . . . . | 1,00 |
| 17. | Grès. . . . . | 2,50 |
| 18. | Calcaire. . . . . | 0,50 |
| 19. | Grès à surface ravinée. . . . . | 3,50 |
| 20. | Grès en banc dur. . . . . | 2,00 |
| 21. | Grès tendre. . . . . | 4,00 |
| 22. | Grès dur. . . . . | 1,00 |
| 23. | Grès tendre. . . . . | 1,50 |
| | *A reporter*. . . | 40,80 |

| | | |
|---|---|---|
| | *Report.* . . | 40,90 |
| 24. | Grès dur. . . . . | 1,00 |
| 25. | Calcaires et argiles alternant. . . . . | 3,50 |
| 26. | Grès. . . . . | 5,50 |
| 27. | Argile calcaire, quelquefois très micacée. . de 1m à | 0,30 |
| 28. | Calcaire compacte en gros bancs. . . . . | 1,00 |
| 29. | Calcaires marneux alternant avec des lits d'argile jaune et renfermant de nombreux grains de quartz, des lits de cailloux et des fossiles liasiques (Cardinies, etc.). . . . . | 16,00 |
| 30. | Calcaire compacte bleu, exploité pour chaux. . . . . | 3,00 |
| 31. | Calcaire marneux, jaune, fossiles nombreux. . . . . | 6,00 |
| | Total. . . | 80,20 |

La disposition générale de ces assises est la suivante :

*Coupe du ravin de Chaylard, commune d'Aujac (Gard).*



Le tout est adossé, comme l'indique le diagramme ci-dessus aux micaschistes qui s'élèvent presque verticalement, formant une falaise qui avait peut-être 300 mètres de hauteur.

Il me semble très difficile de ne pas voir dans toute cette série un seul et même dépôt. Comme auprès de Villefort, les grains de quartz se continuent jusque dans les calcaires fossilifères de l'infralias. Ici cet infralias n'a pas tout à fait les mêmes caractères qu'à Villefort ; on n'y voit point les calcaires dolomitiques ou à spongiaires, et les fossiles sont en général différents. J'ai recueilli à Chaylard, indépendamment des espèces citées plus haut par M. Dumas, plusieurs autres espèces, notamment l'*Ammonites torus*, d'Orb.

Toutes ces assises doivent être considérées comme inférieures au calcaire à Gryphées arquées ; quelques-unes des espèces les plus communes se retrouvent dans les calcaires de Valognes.

Le calcaire dolomitique à spongiaires, alternant dans le ravin de Montagnac avec les premières assises de calcaire à Gryphées arquées, il n'y a point de lacune entre ces deux dépôts. La dolomie est très puissante en ce lieu ; elle forme des bancs compactes qui supportent l'église de Mayrannes. M. Dumas lui donne une épaisseur de 100 mètres. Au-dessous viennent des couches fossilifères qui ont fourni au savant géologue *Ammonites torus*, d'Orb., *Plagiostoma* (*Lima*), espèce lisse, Littorines? (moules), *Pentacrinites*, *Cyathophyllum*. Or, nous croyons avoir recueilli tous ces fossiles à Chaylard. Les couches de Chaylard seraient donc, comme celles des Balmelles, inférieures à la dolomie infraliasique ; seulement la dolomie aurait alterné à la base du système avec le grès infraliasique.

En face de Mayranne, de l'autre côté de la Sèze, sont les carrières de gypse de *Molières*, station du chemin de fer de Saint-Ambroix à Bessége.

A peu de distance, au N., est le village de *Gamnal* où les couches fossilifères infraliasiques de Chaylard se retrouvent exactement avec les mêmes fossiles, et paraissent être le prolongement de celles de Clet.

Entre ces deux points, on peut suivre toute la série des couches soit à l'est, soit à l'ouest du coteau, sur le versant oriental duquel sont ouvertes les carrières de gypse.

Aux premières maisons de Gamnal, on rencontre les couches fossilifères à l'état de marnes feuilletées et de calcaires en plaquettes ; le tout surmonté de calcaires compactes bleuâtres.

Ces couches plongent au N., ainsi que toutes celles qui les sup-

portent. En remontant au S., on rencontre successivement les différentes parties de la série inférieure dans l'ordre descendant, à savoir : des couches dolomitiques, puis des calcaires marneux en lits minces, associés à des argiles feuilletées, grises, noires ou violettes, qui alternent bientôt avec les grès arkoses tantôt marneux, tantôt quartzeux, à grains fins ou à texture grossière. Les grains de quartz, les fragments de marne, se retrouvent dans les bancs calcaires, comme à Chaylard et aux Balmelles, et certains bancs ne sont même qu'une véritable brèche à fragments de marne. Toute cette série est très puissante, et correspond évidemment à la série du ravin de Chaylard aussi bien qu'à l'arkose des Balmelles. Les différences minéralogiques qu'on remarque dans ces trois points tiennent uniquement à la différence des roches sous-jacentes. A Villefort, les micaschistes et les granites ont fourni en abondance le quartz, le feldspath et le mica. A Chaylard, il y a déjà beaucoup moins de feldspath, à peine de mica. A Molières, ces éléments tendent à disparaître complétement, le quartz lui-même est moins abondant, et des fragments des marnes sous-jacentes viennent entrer dans la composition de ces assises, qui indiquent dans ces localités diverses des phénomènes de remaniement.

Au-dessous de ce système vient à Molières, en approchant des carrières de gypse, une série de couches de marnes calcaires, dures, alternant avec des argiles feuilletées noirâtres ou rougeâtres, toujours plongeant au N. (de 50 à 55 degrés), qui recouvrent des amas de gypse de forme lenticulaire quelquefois peu étendus, de quelques mètres, disposés selon le plan des couches au milieu de marnes plus terreuses.

Ce groupe gypsifère, de 20 à 25 mètres de puissance, est très distinct du groupe auquel appartiennent les arkoses. Nulle part on n'y trouve de ces fragments remaniés des couches sous-jacentes.

Les marnes gypsifères reposent sur des dolomies jaunâtres, en couches minces et irrégulières à la base, où elles alternent avec des argiles de couleurs variées, quelquefois *lie de vin*. Ce système a peut-être plus de 100 mètres d'épaisseur.

Puis viennent des dolomies compactes, cloisonnées ou terreuses ; épaisseur, 12 mètres.

Enfin, la base visible de tout cet ensemble est formée de calcaires marneux alternant avec des schistes noirs qui ont au moins une épaisseur de 10 mètres.

Dans toute cette série d'environ 150 mètres de puissance, on ne rencontre pas de fossiles. Il n'y a pas de doute qu'on ne doive la

rapporter au trias, comme l'a fait M. Dumas, mais je crois qu'il faut arrêter la limite au point où les phénomènes de remaniement annoncent un nouvel ordre de choses ; de cette façon, tout le système d'*arkose* qui accompagne toujours l'infralias fossilifère, tandis qu'à Chaylard, aux Balmelles et en bien d'autres points, il repose directement sur les roches anciennes sans l'interposition du groupe gypsifère, forme le commencement de la période liasique, et correspond au grès infraliasique de Nevers.

Au contact des deux terrains, les mêmes phénomènes de remaniement se voient de part et d'autre.

*Département de l'Hérault.* — On arrive au même résultat, lorsqu'on étudie la limite du lias et du trias dans le département de l'Hérault.

Entre Roujan et Neffiez sont des exploitations de gypse au même niveau géologique que celui de Molières. Seulement le gypse s'y présente sur une plus grande épaisseur, quelquefois plus de 30 mètres; il est en lits ondulés, alternant avec des argiles de couleurs variées, et il est impossible de ne pas reconnaître les *marnes irisées* de la Lorraine dans ce groupe gypsifère.

Les couches plongent au S. En se dirigeant au N., on rencontre successivement :

1° Sur le chemin de la mine de houille, marne renfermant des lits de calcaire compacte gris de fumée ;

2° Nombreux débris de grès gris micacé ;

3° Fragments de quartz roulés, d'un rouge vif, avec fentes tapissées de cristaux de quartz, comme ceux du grès vosgien ;

4° Schistes et grès rouges ;

5° Schistes et grès jaunâtres plongeant plus fortement au S.;

6° Schistes gris bleuâtres, semblables à ceux qui renferment les empreintes végétales à Lodève;

7° Schistes gris clair alternant avec des grès micacés;

8° Grès rouge et conglomérat avec gros galets de calcaire carbonifère, fragments de schistes noirs, morceaux de charbon, etc.; épaisseur, au moins 10 mètres;

9° Schistes et grès micacés du terrain houiller, avec lits de cailloux de quartz blanc;

10° Schistes rouges et noirs, avec nodules de fer carbonaté et empreintes de plantes houillères.

Cette coupe, que j'arrête ici pour le moment, montre la série suivante :

*Terrain houiller* supérieur, nos 10 et 9.

*Terrain permien* { inférieur. { Grès rouge (totdliegende), n° 8. Weissliegende (couches à Walchia), nos 7, 6, 5.
supérieur. { Équivalent du zechstein, manque. Grès vosgien, nos 4 et 3.

*Terrain triasique.* { Grès bigarré, n° 2, Muschelkalk ?, n° 1. Marnes irisées.

On trouvera peut-être que je me prononce un peu hardiment sur des assimilations si nombreuses. Quant à moi, elles m'ont paru évidentes ; mais en raison du peu de temps que j'ai pu consacrer à cette intéressante localité, je ne les donne que comme renseignements, et je serais heureux, dans l'intérêt de la vérité, de les voir contredites et même détruites, s'il y a lieu.

Au sud-ouest de Lodève, entre Olmet et Villacun, le gypse keupérien est exploité au lieu dit *la Défriche ;* il se trouve, comme à Neffiez, dans de véritables marnes irisées violettes ou vertes. Ce système gypsifère plonge fortement à l'O. soit normalement, soit accidentellement par simple glissement. Cette circonstance induirait aisément en erreur l'observateur qui ne s'en serait pas rendu compte, et pourrait lui faire attribuer au gypse une position fausse. La dolomie infraliasique, avec arkose peu épaisse à la base, recouvre les marnes du gypse.

Au-dessous des marnes gypsifères est un calcaire dolomitique cloisonné ou caverneux, quelquefois tufacé, sans fossiles ; puis viennent des calcaires schisteux alternant avec des marnes rouges ou grises, à la partie supérieure desquels a été rencontré un grand reptile signalé par MM. Gervais et de Rouville.

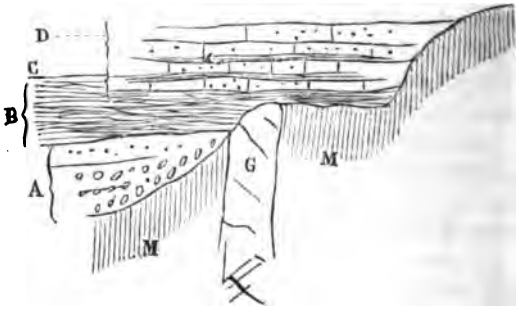
Au-dessous de ce niveau calcaire, qui correspond parfaitement à celui que nous avons constaté à Neffiez aussi bien que dans le Gard, vient une épaisse série de grès alternant avec des marnes, qui offre un grand intérêt.

La partie supérieure de cette série, visible dans un ravin qui est au-dessus de la *Campagne Granier*, présente une alternance de grès en lits minces, souvent mouchetés, et d'assises de $0^m,50$ à 1 mètre d'épaisseur de marne rouge lie de vin, ou verte, ou jaune, ressemblant beaucoup aux marnes renfermant le gypse, mais avec cette différence que la série du gypse est au-dessus, séparée par un système calcaire, et renferme des lits calcaires au lieu de lits de grès.

La partie moyenne est formée de grès micacés gris ou jaunes, quelquefois bleuâtres, tout à fait semblables au grès bigarré des Vosges. Ici ces grès sont souvent sableux ; dans d'autres localités on y retrouve de minces lits d'argiles.

La partie inférieure des grès est l'arkose avec cailloux de quartz, passant à un véritable conglomérat.

Le chemin de Bellevue au sud de Lodève, à 2 kilomètres de la *Campagne Granier*, reproduit cette série ascendante de poudingues, de grès et de marnes. Le conglomérat, renfermant des fragments roulés de calcaire saccharoïde ancien, arrachés à des bancs verticaux G enclavés dans les schistes M auxquels le conglomérat est adossé, et cimentés par un grès rouge dolomitique qui forme aussi quelques assises à la partie supérieure, se présente en couches horizontales A. Il est ensuite recouvert par des marnes noires B qui deviennent grises à leur partie supérieure C, où elles alternent avec des grès qui dominent à leur tour au-dessus des marnes en D.




En continuant à monter le chemin, cette coupe se répète exactement un peu plus loin. Est-ce une alternance? est-ce une faille ramenant à un niveau plus élevé la même série? Je laisse ce point dans l'incertitude.

Il est bien évident que toute cette série appartient au même niveau que celle qui renferme le gypse; car celle-ci n'est que la partie supérieure du même tout, et les caractères minéralogiques ont une grande analogie.

Les argiles noires alternant à leur partie supérieure avec des lits de grès se retrouvent à la sortie de Lodève, sur la route de Bédarieux, au saut de la Novio. M. Coquand (1) les a considérées à tort comme correspondant aux schistes permiens de la montagne de Soumont; elles dépendent de la série précédente.

On retrouve le même système de grès au nord-est de Lodève,

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XII, p. 142. 1855.

près du village de Fosières. Très développés en montant au piton de Vinas qui est couronné par l'arkose et la dolomie infraliasiques, on les suit jusqu'au niveau de la route où ils sont exploités au hameau de Formis près Pujols.

En partant de ce dernier point, on peut décrire ainsi qu'il suit la série ascendante de ces couches :

1° Tout à fait au niveau de la route à Formis, argiles noires ou d'un vert foncé, alternant avec de minces lits de grès; ce sont les argiles noires du *saut de la Novio*, du chemin de Bellevue, 3 à 4 mètres.

2° Grès gris, micacé, moucheté, renfermant quelques petits galets de quartz, et le *Calamites arenaceus*, assez fréquent dans les lits inférieurs; des couches subordonnées d'argile rouge, lie de vin ou verte dans la moitié supérieure, et deux lits de grès grossier ou arkose en haut. Empreintes diverses dans ces lits d'en haut. Épaisseur, 15 mètres.

Ces grès alternant avec des marnes se retrouvent près de Fosières, sur le chemin, et c'est à ce niveau qu'ont été recueillies par moi-même les empreintes de pas de *Labyrinthodon* que j'ai l'honneur de placer sous les yeux de la Société. Ces empreintes, découvertes par M. Hugounencq, pharmacien à Lodève, ont été signalées par M. de Rouville (1). Elles sont, pour la forme et la taille, tout à fait identiques avec celles du grès bigarré de Saxe, d'Angleterre et des Vosges.

On voit, en montant le chemin du piton de Vinas, les grès à empreintes de pas alterner avec des lits plus épais de marnes, puis devenir sableux, puis enfin être recouverts par le calcaire jaune dolomitique, marneux et cloisonné, que nous avons vu tout à l'heure passer sous les marnes gypseuses de la Défriche; mais ici cette assise supérieure gypsifère paraît manquer. Les dolomies cloisonnées renferment de jolis cristaux de quartz hyacinthe (dit de Compostelle).

Il me paraît résulter de tous ces faits : 1° que l'on doit réunir dans un même terrain, le *trias*, les diverses assises dont je viens de parler;

2° Que le système inférieur, essentiellement formé de grès micacé, et caractérisé par le *Calamites arenaceus* et les empreintes de pas de *Labyrinthodon*, correspond au grès bigarré;

3° Que le système supérieur, marnes bigarrées associées quel-

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 69 (2 novembre 1857).

quefois à du calcaire marneux et renfermant ordinairement du gypse, correspond seul au *keuper*;

4° Que ces deux systèmes sont séparés par des calcaires dolomitiques souvent cloisonnés ou tufacés qui peuvent, si l'on veut, correspondre au muschelkalk, mais qui pourraient n'être que le commencement de la série keupérienne ;

5° Que le lias commence aux couches de conglomérat et de grès ordinairement appelés *arkose*. Ces grès et ces conglomérats sont inférieurs aux marnes et calcaires marneux avec fossiles infraliasiques ; mais l'horizon indiqué par ces fossiles paraît être celui des calcaires de Valognes supérieurs aux grès infraliasiques du Cotentin exploités à Baupte, de même que les calcaires infraliasiques fossilifères de la Nièvre sont supérieurs aux poudingues et grès que l'on trouve au-dessous, et qui par leur faune appartiennent aussi à l'infralias.

J'ai déjà dit en quoi cette classification différait de celle adoptée par M. Émilien Dumas. On voit que je n'admets pas non plus celle que propose un autre observateur distingué, M. Paul de Rouville, qui a classé (1), comme M. Émilien Dumas, dans les *marnes irisées*, les marnes gypsifères, les dolomies, et les grès à *Calamites arenaceus* et à empreintes de pas de *Labyrinthodon*, et qui considère en outre, comme équivalent du *grès bigarré*, des schistes rouges qui me paraissent plus anciens et sur lesquels je reviendrai plus tard (2).

M. Grüner annonce que près de Bessèges, en faisant un sondage pour chercher du gypse, on a trouvé du sel gemme, ce qui complète l'assimilation des couches de ce pays aux marnes irisées de la Lorraine.

M. Scipion Gras lit le mémoire suivant :

---

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 69. 1857.

(2) Je dois à cet excellent confrère bien des indications qui m'ont été précieuses ; je saisis cette occasion de lui en témoigner ma reconnaissance, et je n'aurai garde d'oublier M. Hugounencq qui m'a accompagné dans les environs de Lodève dont la structure géologique lui est si familière, de manière à rendre cette exploration aussi rapide que fructueuse. Un autre jeune géologue, M. Reynès, co-auteur, avec M. de Rouville, d'une carte géologique de l'arrondissement de Sainte-Affrique, faisait partie de notre petite expédition.

*Réponse aux observations de M. Kœchlin-Schlumberger, concernant les dépôts diluviens de l'Alsace, et nouvelles considérations sur la série générale des terrains quaternaires,* par M. Scipion Gras.

Nous avons à faire une courte réponse à un mémoire que M. Kœchlin-Schlumberger a publié récemment (1) pour combattre les opinions que nous avons émises sur les terrains de transport de l'Alsace. Nous profiterons de cette occasion pour exposer, par anticipation, les résultats généraux auxquels nous a conduit la continuation de nos études sur la période quaternaire. Nous espérons ainsi donner à cette note plus d'intérêt que ne pourrait en avoir une simple réponse à des observations critiques.

Afin que l'on ait une idée claire de ce dont il s'agit, nous allons résumer en quelques mots les principaux résultats auxquels nous a conduit l'examen des dépôts diluviens dans les vallées du Rhône et du Rhin.

Dans la vallée du Rhône, entre Lyon et les Alpes, le terrain quaternaire le plus ancien que nous appelons *diluvium inférieur* est connu depuis longtemps. Il a été nommé *diluvium alpin* par les uns, *conglomérat bessan* par les autres (2); mais ses caractères n'avaient pas été déterminés avec une précision suffisante ; en sorte qu'il avait été confondu d'une part avec le terrain tertiaire supérieur à lignite, et de l'autre avec un dépôt diluvien d'un âge plus récent dont nous parlerons bientôt. Les caractères distinctifs du diluvium inférieur sont : 1° de n'être nulle part véritablement stratifié; 2° d'être composé d'un sable en général gris clair, riche en carbonate de chaux, assez rarement argileux, renfermant tantôt des cailloux en partie calcaires, tous lisses et bien arrondis, tantôt ces mêmes cailloux mêlés à des galets finement striés et à de gros blocs plus ou moins anguleux ; 3° d'offrir sur certains points des restes de corps marins et même des cailloux qui paraissent avoir été percés sur place par des Pholades. Il est à remarquer que

(1) *Bulletin*, t. XVI, p. 397.

(2) Le nom de *diluvium alpin* est impropre, car il y a dans la vallée du Rhône plusieurs diluviums distincts qui sont d'origine alpine. Quant à l'expression de *conglomérat bressan* qui a été souvent employé pour désigner une portion du diluvium alpin que l'on supposait être tertiaire, nous la rejetons également puisqu'elle peut être prise dans un sens erroné.

lorsque les parties de ce terrain, composées entièrement de cailloux lisses et bien arrondis, sont réunies dans un lieu à celles qui renferment des débris glaciaires, ces dernières sont assez souvent argileuses, et que de plus leur position relative est variable. Les cailloux rayés et les gros blocs peuvent être à la base du terrain, ou être intercalés dans son sein, ou, ce qui n'est pas rare, occuper sa partie la plus élevée (1). Il y a lieu de croire, d'après ces caractères, que ce dépôt, dont la puissance est en général très considérable, s'est effectué dans le sein d'une nappe d'eau marine, et que les matières qui entrent dans sa composition ont été charriées en même temps par des courants et par des glaciers. Il est essentiel d'ajouter que, partout où l'on peut voir le contact du diluvium inférieur avec la mollasse ou avec le terrain tertiaire à lignite, on observe une ligne séparative extrêmement sinueuse. Le passage de la période tertiaire à la quaternaire a donc été une époque de dénudation.

Au-dessus du diluvium inférieur, caractérisé comme il vient d'être dit, repose un autre terrain de transport ordinairement coloré en jaune par de l'oxyde de fer et composé de deux assises étroitement liées entre elles : la plus élevée est un limon argilo-sableux pur de tout gravier, et l'autre un mélange confus de sable, d'argile et de cailloux quartzeux. Sur les points où les courants diluviens étaient animés d'une très faible vitesse, les cailloux quartzeux manquent, ou sont rares; il ne s'est déposé alors qu'une couche argilo-sableuse plus ou moins épaisse. Ce terrain de transport que nous avons nommé diluvien à quartzites ou *diluvien bressan*, parce qu'il constitue la partie la plus superficielle de la Bresse, recouvre certainement le diluvium inférieur à débris glaciaires. Cela se voit nettement aux environs de Lyon, de la Côte-Saint-André, de Thodure et dans d'autres lieux.

Les deux terrains de transport dont nous venons de parler, pris dans leur ensemble, constituent un immense lit de déjection dont toutes les parties, lorsqu'elles sont restées intactes, se relèvent visiblement vers les débouchés des vallées alpines d'où sont sorties les matières charriées. Après leur dépôt, ces matières ont éprouvé des érosions profondes et multipliées. C'est dans leur sein qu'ont

(1) Il pourrait aussi arriver, comme cela a été reconnu en Suisse, que le haut et la base des terrains offrissent les caractères d'un dépôt glaciaire, la partie intermédiaire étant exclusivement d'origine torrentielle. Nous avons observé nous-même ce cas dans la vallée du Drac, près d'Avignonet (Isère).

été creusées aux environs de Lyon les vallées du Rhône et de la Saône et, plus au sud, celles de la Côte-Saint-André et de l'Isère. Cette vaste dénudation, ayant été partagée en plusieurs époques par des intermittences, a donné lieu à des terrasses et à des lits d'anciens courants, aujourd'hui encore parfaitement distincts, à la surface desquels on observe une alluvion ancienne, en général peu épaisse, mais suffisamment caractérisée par son gisement et ses caractères minéralogiques. Cette alluvion que nous avons appelée *lehm*, en prenant ce mot dans un sens purement géologique, consiste en une couche argilo-sableuse en général riche en oxyde de fer. Elle est presque entièrement dépourvue de carbonate de chaux et mêlée à sa base de beaucoup de cailloux quartzeux sur les terrasses du Rhône et de l'Isère; elle est au contraire marneuse et pure de gravier sur les bords de la Saône où elle a une grande ressemblance avec le lehm de l'Alsace.

Au-dessus du diluvium bressan et du lehm dans le département de l'Isère et à la surface des terrasses les plus basses, on observe des blocs erratiques entièrement superficiels et sans liaison aucune avec le sol sous-jacent. Ces blocs ont donc été déposés tout à fait à la fin de la période quaternaire, et, quelle que soit la cause qui les ait amenés, ils constituent une dernière formation distincte des trois premières.

Après nous être assuré que dans la vallée du Rhône la période quaternaire était représentée par quatre terrains de transport successifs, indépendants les uns des autres, nous sommes allé sur les bords du Rhin dans l'espérance d'y trouver une série équivalente. Cette espérance s'est réalisée. Nous avons d'abord reconnu que là, comme dans le département de l'Isère, le dépôt des couches tertiaires les plus récentes avait été suivi d'une époque de dénudation qui avait été le commencement d'un nouvel ordre de choses. Puis, en complétant par quelques observations celles des géologues qui nous avaient précédé dans l'exploration du pays, nous sommes arrivé à établir pour les formations diluviennes la succession suivante en allant de bas en haut : 1° un terrain de transport d'une puissance considérable et encore indéterminée, occupant les profondeurs de la vallée, ayant une composition analogue à celle des alluvions actuelles du Rhin et nommé par M. Daubrée *gravier rhénan ;* 2° un autre terrain de transport, également épais, couvrant le plateau du *Sundgau ;* il est formé à peu près exclusivement de cailloux argileux, enveloppés dans un limon argileux, en général ocreux, passant dans sa partie supérieure à une marne fine de couleur claire, pur de gravier et d'une puissance extrêmement va-

riable; 3° un dépôt de marne grise limoneuse homogène, offrant quelquefois à sa base une partie ferrugineuse remplie de cailloux en général quartzeux (1); ce dépôt, connu depuis longtemps sous le nom de *lehm*, est caractérisé surtout par son gisement : il couvre dans toute son étendue la plaine du Rhin et l'a nivelée depuis le pied des collines du Sundgau jusqu'aux environs de Strasbourg et au delà; 4° des blocs erratiques superficiels et des amas de cailloux en partie rayés qui paraissent être d'anciennes moraines; on les observe dans plusieurs vallées des Vosges.

Les trois premiers terrains sont d'origine alpine; mais nous avons acquis la preuve qu'il existait dans le pays des dépôts contemporains sortis des montagnes environnantes. Cela n'est pas douteux, surtout pour le diluvium du Sundgau et le lehm qui ont leurs équivalents d'origine vosgienne.

L'ordre chronologique des terrains quaternaires de l'Alsace ayant été établi directement et indépendamment de toute hypothèse, il restait à les rapprocher de ceux de la vallée du Rhône, et à montrer leur correspondance. Nous avons pu le faire sans difficulté; car les termes des deux séries, comparés un à un, offrent, sous le rapport des caractères généraux et du gisement, une ressemblance telle que leur contemporanéité paraît évidente. Ainsi nous avons identifié sous le rapport de l'âge le gravier rhénan avec le diluvium inférieur dauphinois, le diluvium du Sundgau avec celui de Bresse, le lehm de la plaine et des terrasses du Rhin avec les alluvions anciennes de la plaine et des terrasses du Rhône; enfin les moraines et les blocs erratiques des Vosges avec les blocs erratiques superficiels du bas Dauphiné.

Les résultats de nos études étant ainsi résumés, il nous sera facile d'indiquer les points qui ne sont pas contestés par M. Kœchlin-Schumberger et ceux sur lesquels il y a dissidence.

M. Kœchlin-Schlumberger commence par déclarer qu'il ne

---

(1) Cette assise ferrugineuse et caillouteuse, qui est intimement liée au lehm, et qui doit lui être réunie géologiquement, n'a que quelques décimètres d'épaisseur. Nous l'avons mentionnée dans notre mémoire (p. 471). Elle a été décrite avec beaucoup de détails par M. Kœchlin-Schlumberger, qui l'appelle *couche ferrugineuse* supérieure du gravier rhénan. Cette partie inférieure de la formation du lehm présente par sa composition une grande ressemblance avec le limon caillouteux du Sundgau. Une analogie toute pareille existe entre le diluvium des terrasses de la vallée du Rhône et celui des plateaux de la même contrée. Ce fait est remarquable par sa généralité, car on l'observe également dans des bassins éloignés des Alpes.

s'occupera nullement des terrains quaternaires de la vallée du Rhône, ni de leur parallélisme avec ceux de l'Alsace. Quant à ces derniers, en ne considérant que les principaux, on voit par son mémoire qu'il leur assigne l'ordre de superposition suivant, en commençant par les plus anciens : 1° le gravier du Rhin, 2° le gravier du Sundgau, 3° le lehm. Il reste les moraines et les blocs erratiques des Vosges. Le savant maire de Mulhouse n'en dit pas un seul mot. Nous présumons que s'il avait eu quelques raisons pour ne pas les placer comme nous à la fin de la série, il n'aurait pas manqué de les exposer. Nous devons donc supposer, au moins *provisoirement*, que sur ce point, il y a accord entre nous. Ainsi M. Kœchlin-Schlumberger ne conteste en aucune manière la succession que nous avons indiquée pour les terrains quaternaires de la vallée du Rhône; non-seulement il admet, mais il confirme l'ordre de superposition que nous avons assigné à ces mêmes terrains dans l'Alsace; quant au parallélisme que nous avons établi entre les deux séries, il n'y fait pas la moindre objection. On se demande alors avec étonnement comment notre honorable contradicteur a pu écrire un long mémoire pour combattre nos opinions : c'est qu'il s'est attaché à des détails, et que sur toute sorte de sujets c'est un champ inépuisable d'observations. Parmi ces détails, il y en a qui sont réellement insignifiants; d'autres n'ont aucun rapport avec l'ordre de succession et les caractères distinctifs des terrains; quelques-uns seulement ont de l'importance. Nous pensons que les géologues nous sauront gré de laisser de côté les nombreuses petites querelles qui nous ont été faites, et qui souvent sont très peu fondées (1), pour arriver immédiatement aux points qu'il est utile de discuter. Ils se réduisent à deux. M. Kœchlin-Schlumberger admet bien que le diluvium du Sundgau est réellement superposé au gravier rhénan, mais il croit que ces deux terrains ne sont pas distincts l'un de l'autre, le premier n'étant autre chose que le second altéré d'une certaine manière. En second lieu, nous avons séparé, sous le rapport de l'âge, la couche argilo-sableuse des collines du Sundgau

(1) Nous n'en citerons qu'un exemple : par une singulière interprétation de notre travail, M. Kœchlin Schlumberger suppose (p. 304 de son mémoire) que nous avons placé à Bettlach, c'est-à-dire dans l'intérieur même du Sundgau, l'*origine* du courant qui a couvert ce pays de cailloux alpins; il s'étonne de cette illusion. Il y a en effet dans tout ceci une opinion très étrange, pour ne rien dire de plus, mais elle n'est pas de notre côté.

de celle qui s'étend sur la plaine du Rhin; M. Kœchlin-Schlumberger veut absolument que ce soit le même dépôt, appartenant à la même époque géologique. Nous allons examiner brièvement les deux questions.

Il y a deux raisons principales pour distinguer le diluvium du Sundgau du gravier rhénan, qui lui est inférieur : l'une est tirée de caractères minéralogiques particuliers constants et tranchés; l'autre est fondée sur le parallélisme qui existe entre le diluvium du Sundgau et le diluvium vosgien de l'Alsace.

Lorsque l'on compare dans leur ensemble le gravier du Rhin à celui du Sundgau, on observe que l'un est disséminé dans un sable marneux gris clair, et qu'il renferme habituellement au moins 25 à 30 pour 100 de cailloux calcaires, tandis que l'autre est enveloppé d'un limon argileux fortement ocreux et qu'à l'exclusion des galets calcaires qui y sont extrêmement rares (1), on n'y rencontre que des roches quartzeuses ou bien à base feldspathique, ces dernières étant le plus souvent dans un état avancé de décomposition. Voilà des caractères minéralogiques bien distincts. Tous les géologues y ont vu jusqu'à présent la preuve que ces terrains étaient d'une époque différente. M. Kœchlin-Schlumberger en a tiré une conclusion opposée. Pour lui, les deux graviers sont identiques, mais l'un des deux, celui du Sundgau, aurait éprouvé, sous l'influence des agents atmosphériques, une altération profonde qui aurait fait disparaître ses calcaires, transformé son sable gris clair en un limon ocreux, et lui aurait donné en un mot les caractères exceptionnels qu'il a aujourd'hui. Nous ne suivrons pas l'auteur dans la longue et laborieuse dissertation à laquelle il s'est livré pour appuyer son hypothèse. Nous nous contenterons de la remarque suivante. Le pays du Sundgau touche à la plaine du Rhin, et de plus les cailloux roulés de la première région sont, relativement aux eaux atmosphéri-

(1) Pour atténuer l'opposition que présentent en général, sous le rapport de la nature des cailloux, les terrains de transport du Sundgau et de la plaine, M. Kœchlin-Schlumberger cite la carrière de Seppois-le-bas, appartenant à la première région, et dans laquelle on trouve beaucoup de calcaires. Il est à remarquer que cette carrière est située près de *la Largue*, cours d'eau assez considérable qui descend de la chaîne du Jura, et qui a dû mêler ses alluvions anciennes à celles venues des Alpes. Mais ce cas particulier, dû à une position exceptionnelle, n'infirme pas ce fait bien constaté, que le diluvium du Sundgau ne renferme *habituellement* aucun caillou calcaire, tandis que presque partout ils sont abondants dans le gravier du Rhin.

ques, exactement dans les mêmes conditions que ceux de la seconde; les uns et les autres sont également protégés par une couche de lehm qui est même plus épaisse sur les hauteurs que dans la vallée. Comment se fait-il alors que le prétendu gravier rhénan du Sundgau ait été altéré dans toute son épaisseur, depuis sa base, où il est en contact avec les roches tertiaires, jusque dans ses parties les plus élevées, c'est-à-dire sur une hauteur souvent supérieure à 30, 40, et même 50 mètres, tandis que *partout*, dans la plaine, il suffit de creuser à une profondeur de 1 à 2 mètres pour trouver immédiatement au-dessous du lehm le gravier rhénan parfaitement intact? Est-ce que les eaux atmosphériques seraient plus corrosives sur le plateau que dans la plaine, ou bien les cailloux calcaires de cette dernière région auraient-ils été doués d'une constitution plus robuste que ceux des hauteurs, au point de rester sains et saufs, tandis que les autres auraient été complétement dissous? C'est ce qu'il faudrait savoir. M. Kœchlin-Schlumberger dit quelque part, dans son mémoire, qu'il a beaucoup réfléchi pour arriver à expliquer, dans tous ses détails, la métamorphose du gravier rhénan en gravier du Sundgau. Nous croyons qu'il n'y a pas encore assez pensé, et que ce sujet a besoin de nouveaux éclaircissements. Jusque-là nous resterons convaincu que l'opposition des caractères minéralogiques des deux terrains doit être attribué à ce qu'ils ont été déposés sous l'empire de circonstances géologiques différentes.

L'indépendance du gravier du Sundgau est également prouvée par son parallélisme avec le diluvium vosgien, parallélisme qui nous paraît incontestable. En effet, le puissant terrain de transport qui occupe tout le pays montueux compris entre le Jura et les Vosges se divise en deux parties composées de cailloux de nature différente : l'une, d'origine alpine, offre encore, malgré des érosions profondes et multipliées, les traces non équivoques d'un relèvement général vers la gorge du Rhin qui a servi d'issue aux matières charriées (1); l'autre, d'origine vosgienne, présente un relèvement tout pareil vers l'entrée des vallées d'où sont sortis les cailloux vosgiens. Ces deux parties du Sundgau ne forment, au point de vue géologique, qu'un seul terrain de transport. Elles

(1) Nous avons déjà relevé l'étonnante méprise de M. Kœchlin-Schlumberger, qui a cru voir dans notre mémoire l'opinion que la hauteur de Bettlach, située à l'intérieur du Sundgau, avait été de tout temps, même avant les érosions du sol, le point culminant des déjections.

ont le même aspect, la même configuration topographique, la même constitution générale ; tous les observateurs les ont identifiées, et elles sont coloriées de la même manière sur toutes les cartes géologiques. Il n'y a que M. Kœchlin-Schlumberger qui, pour le besoin de son hypothèse, et sans en donner aucune raison, ait jugé à propos de les séparer ; cela n'est nullement admissible.

Une autre considération vient à l'appui de ce parallélisme. Il résulte des faits de superposition constatés par MM. Daubrée et Mérian, qu'à une époque quaternaire intermédiaire entre celles du gravier rhénan et du lehm, et distincte de chacune d'elles, les diverses rivières des Vosges, de la Forêt-Noire et du Jura, qui débouchent dans la grande plaine du Rhin, ont donné lieu à des diluviums particuliers déposés à leur embouchure sous la forme de *delta*. Or, pendant que ces diluviums se déposaient, la gorge du Rhin était ouverte et l'Alsace communiquait librement avec les Alpes. Il aurait été bien étonnant qu'alors que des rivières d'un ordre secondaire donnaient naissance à des *delta* plus ou moins considérables, suivant l'importance de chaque cours d'eau, le Rhin n'eût absolument rien produit. Une pareille anomalie serait inexplicable, mais elle n'existe pas ; la partie orientale du terrain de transport du Sundgau représente précisément le tribut des Alpes à cette époque. Ce terrain de transport est placé entre le gravier rhénan et le lehm, et, par tous les détails de son gisement, il correspond d'une manière parfaite aux divers diluviums particuliers dont nous avons parlé. Il n'y a pas une seule raison plausible à opposer à un pareil rapprochement. Cette question nous paraissant suffisamment éclaircie, nous allons passer à celle du lehm.

M. Kœchlin-Schlumberger confond la couche argilo-sableuse superficielle du Sundgau avec celle qui s'étend sur la plaine, parce que l'une et l'autre renferment les mêmes coquilles terrestres, et que de plus elles se ressemblent parfaitement par leurs caractères minéralogiques. La raison tirée des coquilles est fort concluante, car l'on sait que depuis le commencement jusqu'à la fin de la période quaternaire les mollusques terrestres n'ont pas différé de ceux qui vivent de nos jours (1). Quant à la ressem-

(1) Il n'existe sous le rapport de l'organisation aucune différence de quelque importance entre la faune des temps diluviens et les animaux actuels. Aussi un savant paléontologiste qui a envisagé la géologie principalement au point de vue des fossiles, a-t-il fait preuve de logique en supprimant la période quaternaire pour la réunir à la moderne. Voyez le *Traité de paléontologie* de M. Pictet, t. IV.

blance des caractères minéralogiques, elle doit céder à une autre considération bien autrement importante, la seule même qui ne soit pas susceptible d'induire en erreur le géologue : nous voulons parler du gisement. Quelques détails sont ici nécessaires. En examinant avec attention les collines du Sundgau et la plaine du Rhin, qu'elles dominent au nord, on reconnaît sans peine que cette contrée doit sa configuration actuelle à trois époques géologiques distinctes, postérieures au dépôt du gravier rhénan. Pendant la première époque, le gravier du Sundgau est sorti de la gorge du Rhin, et a formé à son embouchure un vaste lit de déjection de forme conoïde, dont le sommet ne pouvait être qu'à l'entrée de la gorge, et qui certainement s'élevait au moins à 300 ou 400 mètres au-dessus du lit actuel du fleuve. Pendant la seconde, cet énorme lit de déjection a été attaqué par les eaux, qui en ont fait disparaître toute la partie actuellement occupée par la vallée du Rhin, près de Bâle, et ont fortement altéré ce qui en est resté plus au sud. Ces érosions ont probablement duré pendant une longue suite d'années. Le Rhin a commencé par divaguer sur toute la surface de ses déjections en se partageant en plusieurs branches, dont le nombre et le niveau ont diminué peu à peu (1). Cet abaissement de niveau, ayant été successif, a donné naissance à des terrasses et d'anciens lits creusés par les courants, dont les traces sont encore aujourd'hui parfaitement reconnaissables dans le Sundgau. Il résulte de là que la couche argilo-sableuse plus ou moins pure de gravier qui recouvre presque uniformément cette contrée, et que l'on observe à des niveaux très variés et irréguliers, n'a pas été déposée partout à la même époque. Celle que l'on observe sur les terrasses inférieures ou de moyenne hauteur est postérieure au dépôt de même nature qui couvre les plateaux les plus élevés. La plaine actuelle du Rhin, limitée vers le sud par les collines les plus basses du Sundgau que les courants ont coupées à pic, est le dernier produit de cette longue série d'érosions. Pendant la troisième époque, qui n'a été, en réalité, qu'un épisode de la seconde, une couche argilo-sableuse, parfois caillouteuse à sa partie inférieure, a recouvert la plaine du Rhin et a nivelé ses inégalités de manière à en faire un plan incliné parfaitement uni. Cette couche, qui est au nombre de celles auxquelles on a appliqué le nom commun de

(1) Des phénomènes exactement pareils ont eu lieu dans le bas Dauphiné, où le Rhône et l'Isère ont également parcouru dans tous les sens leur ancien lit de déjection.

*lehm*, est bien une formation à part indépendante du terrain de transport sous-jacent; car, soit dans le Haut-Rhin, soit dans le Bas-Rhin, elle s'étend transgressivement à la fois sur le gravier rhénan et sur le gravier vosgien. C'est un fait important sur lequel nous avons insisté (1). Pour réunir sous le rapport de l'âge le lehm de la plaine à celui qui couronne les hauteurs, il faut faire abstraction de toutes les érosions et de tous les lehms intermédiaires qui les séparent. C'est en effet ainsi qu'a procédé M. Kœchlin-Schlumberger. Nous en sommes d'ailleurs médiocrement surpris, car en lisant avec attention le mémoire de cet honorable savant, il nous a paru peu convaincu qu'il y ait eu de grandes dénudations pendant la période quaternaire. Ses recherches et ses raisonnements le prouvent. Il raconte lui-même qu'il a exploré longuement et en conscience les environs de Bâle, c'est-à-dire l'intérieur de la vallée du Rhin à l'issue de sa gorge, dans l'espérance d'y rencontrer le diluvium des hauteurs du Sundgau, et que, contre son attente, il n'en a vu aucune trace. Il ne lui est point venu à la pensée que ce diluvium a dû être complétement emporté dans l'intérieur de la vallée, et avec lui une partie du gravier rhénan qui lui servait de support. Finalement, ne comprenant pas du tout, ainsi qu'il le dit lui-même (p. 361), qu'un courant diluvien se soit élevé au lieu de s'être abaissé à partir de son point de départ, et ait pu transporter des cailloux roulés à près de 300 mètres au-dessus du cours actuel du Rhin, il est disposé à croire que c'est le sol qui s'est exhaussé. Les recherches et les conclusions de M. Kœchlin-Schlumberger ressemblent beaucoup à celles d'un géologue qui, après avoir exploré le terrain lacustre supérieur qui couronne les plateaux des environs de Paris, irait chercher le même terrain au fond de la vallée de la Seine, et qui, surpris de ne point l'y rencontrer, expliquerait par un soulèvement son existence à un niveau plus élevé (2). Il est clair que, dans cette manière de voir, on suppose qu'il n'y a pas eu de dénudation; mais une pareille opinion n'a pas besoin d'être réfutée.

A l'appui de la distinction que l'on doit faire entre le lehm de la plaine et celui des hauteurs, nous avons cité plusieurs cartes géologiques, et notamment celle de la France par MM. Dufrénoy

(1) *Bulletin*, 2e série, t. XV, p. 474, en note.

(2) Notre comparaison est exacte; on peut s'en assurer en lisant les raisonnements que fait M. Kœchlin-Schlumberger, p. 301, 360 et 361 de son mémoire.

et Élie de Beaumont. M. Kœchlin-Schlumberger croit que sur cette dernière carte on a indiqué le terrain caillouteux du Sundgau en faisant abstraction du dépôt argilo-sableux qui le recouvre presque partout. Cette supposition n'est pas seulement gratuite; elle est encore une erreur manifeste. Le meilleur commentaire de la carte géologique de la France se trouve sans doute dans les mémoires de M. Élie de Beaumont. Si on les consulte (1), on y verra l'opinion formellement exprimée que la couche argileuse superficielle, à grains ferrugineux ou à concrétions calcaires, soit du Sundgau, soit de la Bresse et des plateaux du bas Dauphiné, est du même âge que les cailloux situés au-dessous. Le tout est rapporté au terrain tertiaire supérieur. D'un autre côté, le lehm est désigné d'une manière expresse sur la légende de la carte, et la couleur qui lui correspond est appliquée au dépôt argilo-sableux de la plaine du Rhin, notamment aux environs de Strasbourg. Ce dépôt est donc bien distingué de celui du Sundgau. MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont étaient trop bons géologues pour confondre deux formations, dont l'une est antérieure à de grandes dénudations survenues dans la contrée, et l'autre postérieure à ces mêmes dénudations.

Nous croyons en avoir dit assez pour faire apprécier la justesse des vues de M. Kœchlin-Schlumberger, et nous allons passer à des considérations d'un intérêt plus général.

Si, dans les vallées du Rhône et du Rhin, on met à part les moraines et les blocs erratiques superficiels qui, en général, manquent hors du voisinage des hautes montagnes, pour ne considérer que les autres dépôts quaternaires et les érosions qu'ils ont éprouvées à divers intervalles, on trouve que la succession des phénomènes peut être exprimée avec concision de la manière suivante : 1° creusement d'une vallée (2); 2° remplissage de cette vallée par un puissant terrain de transport; 3° dépôt d'un second terrain de transport qui s'étend transgressivement sur le premier et sur les plateaux environnants; 4° creusement d'une nouvelle vallée coïncidant presque exactement avec la première, et formation de plusieurs étages de terrasses, à la surface desquelles il se dépose des alluvions argilo-sableuses. Cette succession de phé-

(1) *Annales des sciences naturelles*, t. XIX, p. 33.

(2) Nous faisons abstraction des soulèvements de montagnes et de continents qui paraissent avoir précédé immédiatement le premier creusement des vallées, et qui doivent être rapportés à la même époque géologique.

nomènes est un fait indépendant de toute idée de courants violents, de débâcles, d'inondations marines, et des autres hypothèses plus ou moins vraisemblables dont se composent les théories diluviennes. Il est entièrement du domaine de l'observation et susceptible d'être constaté avec autant de rigueur et de précision que l'ordre relatif des diverses assises qui constituent par exemple le bassin tertiaire des environs de Paris. Les principaux événements physiques dont la surface de notre globe a été le théâtre depuis le commencement des temps géologiques ayant eu une grande généralité, il n'y a aucune raison de croire que sous ce rapport ceux de la période quaternaire fassent exception. S'il en est ainsi et si l'on nomme *diluvium des vallées* l'ancien terrain de transport qui occupe le fond des vallées du Rhône et du Rhin, *diluvium des plateaux* celui qui couvre les plateaux dans le sein desquels ces deux fleuves sont encaissés, et enfin *diluvium des terrasses* les alluvions anciennes situées à la surface des terrasses qui bordent leur cours, il faut que dans les autres bassins hydrographiques de la France, des contrées environnantes et même de l'Europe, il y ait aussi un diluvium des vallées, un diluvium des plateaux et un diluvium des terrasses, offrant entre eux les mêmes rapports d'âge, de gisement et de niveau topographique. Nous avons cherché à vérifier cette conséquence, soit en commençant des études dans des bassins éloignés des Alpes, tels que celui de Paris, soit en lisant avec attention tout ce qui a été écrit sur les terrains de transport diluviens, et nous croyons avoir acquis la preuve que l'induction, ce puissant moyen de découvertes dans les sciences naturelles, conduisait encore ici à la vérité. Tout paraît indiquer que les phénomènes quaternaires que nous avons signalés dans le Dauphiné et dans l'Alsace se sont reproduits ailleurs dans le même ordre, sans que cependant on doive en conclure que les dépôts occupant le même rang dans la série aient été rigoureusement contemporains. Nous en dirons plus tard la raison.

Le *diluvium des vallées*, le plus ancien de tous, est situé soit au fond, soit sur le flanc des vallées principales de chaque grand bassin. Lorsqu'il occupe la partie la plus basse des vallées, il y descend jusqu'à une profondeur souvent inconnue ; il est alors recouvert par les alluvions modernes, d'où on le voit sortir et s'élever, soit à droite, soit à gauche, jusqu'à une hauteur bien supérieure à celle que les cours d'eau actuels peuvent atteindre. Ce diluvium est caractérisé par une proportion plus ou moins considérable de cailloux tout à fait étrangers aux localités environnantes et souvent venus de très loin. On y remarque aussi en général,

parmi les matières charriées, des débris beaucoup plus volumineux que ceux des alluvions modernes appartenant au même bassin, ce qui indique qu'à cette époque les cours d'eau avaient une puissance de transport aujourd'hui inconnue, et due soit à une plus grande pente du lit, soit à des crues extrêmement fortes, maintenant sans exemple. En dehors de la région des Alpes, le diluvium de la Seine, à gros blocs de grès et à cailloux granitiques, nous paraît être un de ceux qui offre le mieux les traits distinctifs du diluvium des vallées.

Le *diluvium des plateaux* est parfaitement caractérisé par son gisement. Considéré dans son ensemble, il couvre des pays plats, élevés, sillonnés par des vallées que l'on peut comparer à des tranchées gigantesques. Il est en général ferrugineux, médiocrement épais, et renferme beaucoup de débris arrachés au sol sous-jacent ou à des terrains situés à une faible distance. Beaucoup de géologues ont admis que ce diluvium était plus ancien que le précédent; mais ce n'est pas sur l'observation directe qu'une pareille opinion a été fondée. Jamais on n'a vu le diluvium des vallées superposé à celui des plateaux; il y a contradiction dans les termes. Pour déterminer leur âge relatif, on a eu recours au raisonnement; on les a comparés à un moyen terme qui est la vallée. On a dit que le terrain de transport situé à l'intérieur d'une vallée était postérieur à son creusement, le contenu étant nécessairement moins ancien que le contenant; que, d'un autre côté, le diluvium des plateaux était antérieur à cette même vallée, puisqu'il s'interrompt à sa rencontre; qu'il manque dans son intérieur, et qu'on le retrouve au delà, à la même hauteur et en nappe parfaitement correspondante. On en a tiré cette conséquence que le diluvium des plateaux était plus ancien que celui des vallées; mais ce raisonnement cesse d'être exact, si, comme nous l'avons prouvé pour le Dauphiné et l'Alsace, il y a eu deux époques d'érosions quaternaires. La première a donné lieu à des excavations qui paraissent avoir été plus inclinées et moins larges que les vallées actuelles (1). Ces antiques excavations ont été comblées en totalité, ou seulement en partie, d'abord par le premier diluvium, puis par le second. Ce dernier a en outre couvert à droite et à gauche de vastes espaces. Pendant la seconde époque d'érosions, les anciennes excavations

(1) La plus grande inclinaison résulte de faits que nous ne pouvons détailler ici. Elle doit vraisemblablement être attribuée à ce qu'au commencement de la période quaternaire le continent européen était plus élevé qu'aujourd'hui au-dessus du niveau de la mer.

n'ont été déblayées que partiellement, parce que la dénudation du sol n'a pas atteint exactement les mêmes points que la première fois. Pour cette raison, on observe encore dans leur sein des restes de l'ancien terrain de transport. Quant au diluvium des plateaux, on conçoit parfaitement que sa continuité doive être interrompue par les vallées nouvelles, relativement plus larges et même plus multipliées que les anciennes.

Nous rapportons au diluvium des plateaux le terrain de transport argilo-sableux, parfois caillouteux à sa partie inférieure, qui couronne les collines les plus élevées des environs de Paris, et que l'on peut suivre de là d'une manière presque continue dans tout le bassin de la Seine, et plus au nord sur les plateaux de la Picardie et de la Flandre. Il en est de même des sables des Landes, des argiles rouges ferrifères à cailloux siliceux de la Charente-Inférieure, du Lot, de l'Aveyron, etc., et d'autres dépôts de transport situés à un niveau élevé, qui ont le plus souvent pour caractère commun de renfermer des cailloux de quartz et du fer hydroxydé. D'habiles géologues, en se fondant sur des analogies de constitution minéralogique et surtout de gisement, ont assimilé ces dépôts aux alluvions superficielles de la Bresse. Ce rapprochement nous paraît tout à fait fondé et vient à l'appui de notre opinion.

La formation des *terrasses*, ou plus généralement des *anciens lits* de rivière situés à un niveau plus élevé que les lits actuels, est un des phénomènes quaternaires qui ont été le plus remarqués à cause de sa grande généralité. Il n'existe peut-être pas en Europe un cours d'eau un peu considérable qui n'en présente des traces plus ou moins nettes (1). Pour nous borner à la partie de la France que nous avons principalement explorée, nous citerons le Rhin, le Rhône, la Saône, l'Isère, la Durance, et même de petites rivières torrentielles dont le cours ne dépasse pas les Alpes, comme le Drac, la Romanche et l'Ubaye. Si l'existence des terrasses a été partout constatée, il n'en a pas été de même du diluvium spécial qui repose sur elle. La plupart des géologues l'ont confondu soit avec le terrain de transport des vallées, quand celui-ci était sous-jacent, soit plus souvent encore avec le diluvium des plateaux. On ne l'a guère distingué qu'aux environs de Paris où l'on sait que tous les terrains ont été l'objet des investigations les plus

(1) Les terrasses ont été aussi signalées sur un grand nombre de points dans les deux Amériques. Voyez, pour l'énumération des lieux où ce phénomène a été remarqué, un mémoire de M. Charles Martins, *Bulletin*, 1re série, t. XIII, p. 322.

minutieuses. Nous rapportons au diluvium des terrasses dans le bassin de Paris le dépôt argilo-sableux rougeâtre avec nombreux cailloux de silex faiblement usés, qui presque partout recouvre le diluvium inférieur du fond de la vallée, et s'étend de là transgressivement sur d'autres terrains. Il occupe à droite ou à gauche de la Seine la surface de plaines basses, horizontales ou faiblement inclinées, qui indiquent un ancien niveau du fleuve. Ce dépôt se divise assez nettement en deux assises : l'inférieure est remplie de cailloux, et l'autre, nommée *terre à four* par les ouvriers, est principalement argileuse. Toute la masse est ordinairement colorée en rouge ou en jaune par de l'oxyde de fer. Ainsi, ce n'est pas seulement sous le rapport du gisement, mais aussi par sa constitution minéralogique, que ce diluvium ressemble à ses analogues des vallées du Rhône et du Rhin. Entre le niveau des plaines basses qui est moyennement à 20 ou 25 mètres au-dessus de la Seine, et celui des plateaux les plus élevés dont l'altitude relativement au fond de la vallée est au moins de 150 mètres, il y a plusieurs plateaux ou terrasses intermédiaires, à la surface desquels on remarque aussi des couches argilo-sableuses de transport ayant de l'analogie avec le diluvium des hauts plateaux d'une part, et de l'autre avec celui des plaines basses à cailloux de silex. Ce sont pour nous des termes moyens qui établissent entre les deux terrains extrêmes une liaison géologique remarquable. Ils indiquent les divers niveaux qu'ont occupés successivement les courants, lorsque par l'effet d'une érosion très probablement intermittente, mais toujours reprise dans le même sens, ils se sont abaissés peu à peu.

Pendant longtemps, les auteurs des traités de géologie, et récemment encore M. d'Omalius d'Halloy (1), ont groupé les dépôts quaternaires d'après leur ressemblance minéralogique ou l'analogie des phénomènes auxquels on les attribuait, l'établissement d'un ordre chronologique quelconque ne paraissant pas encore possible. Plus tard, quelques géologues ont fait un pas de plus qui a été un progrès ; ils ont partagé les terrains de transport diluviens en deux étages : dans le premier ou le plus ancien, ils ont réuni les matières de transport à éléments grossiers qui occupent ordinairement le fond des vallées ; le second, nommé souvent *diluvium des plateaux*, a été formé des dépôts principalement argileux ou sablonneux qui couronnent les hauteurs. Nous croyons maintenant, d'après l'ensemble des faits connus, qu'à ces deux

(1) *Abrégé de géologie*, 1853.

étages de diluvium on doit en ajouter un troisième, celui des *terrasses*, qui est postérieur aux deux autres par son âge et leur est intermédiaire par son niveau topographique.

Sous le rapport des fossiles, les trois étages du diluvium que nous distinguons ne présentent dans beaucoup de localités aucune différence. Des restes identiques de mammifères, appartenant aux espèces les plus communes des temps diluviens, ont été rencontrés indifféremment dans le plus ancien comme dans le plus récent. Cependant cette communauté de fossiles pourrait bien n'être qu'apparente, et il ne faudrait pas se hâter d'en conclure que pendant toute la durée des phénomènes quaternaires, la même contrée n'a pas cessé d'être habitée par les mêmes animaux. Cela s'accorderait peu avec les grands changements de température et les variations du niveau de la mer que tant de faits annoncent avoir eu lieu pendant cette période. Nous ferons observer que le diluvium des vallées ayant été soumis à de grandes érosions et à des remaniements presque sur tous les points, il n'y a aucune invraisemblance à supposer que les ossements qui y sont enfouis datent de cette époque (1). Dans notre opinion, l'*Elephas primigenius* et les autres mammifères dont les restes sont mêlés aux siens n'ont vécu dans chaque localité que postérieurement au diluvium des vallées et principalement pendant la formation des terrasses. C'est au moins ce qui paraît résulter du gisement de la plupart des ossements fossiles du Dauphiné et de l'Alsace.

Après l'entier creusement des vallées actuelles est survenue autour des Alpes, et en général dans le voisinage des hautes montagnes, la dispersion des blocs erratiques superficiels que l'on voit reposer sur les terrasses les plus basses. Cette dernière époque quaternaire a été probablement de longue durée. Si elle n'a pas laissé de traces dans les pays de plaine, tels que les environs de Paris, c'est que sans doute les phénomènes étaient déjà entièrement semblables à ceux de nos jours, sauf que vraisemblablement le climat était beaucoup plus rigoureux. Des neiges s'accumulaient pendant l'hiver; elles se fondaient pendant l'été, et faisaient grossir des rivières qui ne différaient en rien des nôtres. S'il en a

---

(1) Nous ajouterons que l'on ne doit pas rapporter au terrain quaternaire le plus ancien, mais au diluvium des terrasses, les matières de transport avec ossements de plusieurs vallées peu importantes dont le creusement ne date que de la seconde époque des érosions. Nous citerons la dépression nommée *vallée de Montmorency*, près Paris, et celle où passe le canal de l'Ourcq.

été ainsi, un seul indice pourrait nous révéler aujourd'hui que cette époque a existé : ce serait la présence de dépouilles d'animaux propres aux pays du Nord. Or cet indice existe en effet; on a trouvé dans les fentes et les cavités naturelles du sol dans diverses contrées, et notamment aux environs de Paris, des ossements de Renne et de certaines espèces de rongeurs habitant les régions polaires. Il est vrai que ces restes fossiles étaient mêlés à ceux d'autres animaux indiquant un climat tempéré; mais on conçoit facilement que des ossements de dates très diverses et épars à la surface du sol ont pu être entraînés pêle-mêle par les derniers courants qui ont marqué le passage de la période quaternaire à l'époque actuelle.

Nous avons dit plus haut que les changements survenus à la surface du globe pendant la période quaternaire avaient dû, comme ceux des périodes précédentes, avoir une grande généralité. L'existence des terrasses communes à la plupart des cours d'eau et présentant partout des traits frappants de ressemblance en est une preuve. Nous rappellerons aussi que le terrain quaternaire le plus ancien du Dauphiné renferme, avec des galets rayés, des fossiles marins, et qu'entre Crémieu et Morestel il est superposé à des roches calcaires couvertes de stries. Ce terrain ressemble donc trait pour trait à celui qui forme la base des dépôts diluviens au nord de l'Europe et de l'Amérique, et l'on peut en conclure que dans ces régions éloignées, comme dans les Alpes, il y a eu deux époques glaciaires. On voit que certains faits ont été les mêmes à des distances énormes; cependant on ne peut pas en tirer la conséquence qu'ils ont été rigoureusement contemporains. Le contraire est même probable. Si, comme nous le croyons, des exhaussements lents du niveau des mers, suivis de leur retrait successif et combinés avec des circonstances météorologiques exceptionnelles, ont été les causes de tous les phénomènes quaternaires, on conçoit très bien que, même entre des limites assez restreintes, la submersion ou l'émersion du sol a pu arriver beaucoup plus tôt sur un point que sur un autre; en sorte que deux dépôts ou deux érosions, présentant la plus grande analogie, ont pu être séparés par un long intervalle de temps. Si l'on embrasse de vastes espaces, le défaut de parallélisme entre des phénomènes semblables devient encore plus certain et plus évident. Il n'est pas possible que les eaux de la mer se soient élevées ou se soient abaissées simultanément sur toute la surface du globe. Un exhaussement des côtes dans l'un des hémisphères a dû entraîner un abaissement dans l'autre. Rien ne prouve non plus qu'alors

qu'un froid excessif régnait dans le nord de l'Amérique, le nord de l'Europe fût soumis à la même température exceptionnelle. Ces phénomènes ont pu alterner. En un mot, l'évolution des phénomènes quaternaires paraît avoir été partout la même, sans que l'on puisse en conclure qu'il y ait eu une contemporanéité rigoureuse entre les termes correspondants de la série (1) ; il est même probable qu'à de grandes distances ce défaut de contemporanéité a été considérable.

Nous venons d'effleurer à peine un des sujets les plus importants et les plus compliqués de la géologie. Ces généralités, isolées des preuves et des développements dont elles sont susceptibles, perdent sans doute beaucoup de leur prix. Néanmoins, nous avons cru utile de ne pas en différer l'exposition dans l'espérance que d'autres observateurs essayeront comme nous d'éclaircir ces vastes questions dont personne ne conteste les difficultés ni le puissant intérêt.

M. Benoît demande quelles couches il assimile aux alluvions superficielles de la Bresse.

Ce sont, répond M. Gras, les sables des Landes, le dépôt ferrugineux de l'Aveyron.

M. Meugy fait observer que les dépôts superficiels des plateaux suivent les sinuosités du sol, et que, par conséquent, ces dépôts ont été précédés d'érosions qui ont imprimé au sol un relief peu différent de celui qu'il présente aujourd'hui.

M. J. Desnoyers fait la communication suivante :

*Sur des empreintes de pas d'animaux dans le Gypse des environs de Paris, et particulièrement de la vallée de Montmorency ;* par M. J. Desnoyers.

Les découvertes d'empreintes de pas d'animaux à la surface des bancs de différents terrains ont paru jusqu'à présent d'autant plus intéressantes à constater pour la paléontologie, qu'elles se rapportaient à des périodes géologiques plus anciennes. Elles offraient

(1) Nous croyons cependant qu'il y a eu exception lorsque deux bassins voisins, différant peu sous le rapport de l'altitude, se sont trouvés dans une position semblable relativement à la même chaîne de montagnes, comme ceux du Rhône et du Rhin à leur issue des Alpes. Dans ce cas, les termes correspondants de la série quaternaire ont dû coïncider à peu près rigoureusement.

en effet un moyen de faire remonter l'apparition des animaux vertébrés et particulièrement des Oiseaux jusqu'à des époques beaucoup antérieures à celles pendant lesquelles leur existence est démontrée par des débris de leurs squelettes.

C'est surtout, et longtemps exclusivement, dans les grès rouges et bigarrés du terrain *Triasique* qu'ont été découvertes ces traces de pas, dont la géologie possède aujourd'hui un si grand nombre d'exemples qu'aucun doute n'est plus possible sur leur réalité, quoiqu'il reste encore la plus grande incertitude sur les espèces d'animaux auxquelles on doit les rapporter. C'est dans ce terrain qu'ont été successivement trouvées, en Ecosse d'abord (1828), puis en Saxe, aux États-Unis, en Angleterre et tout récemment en France (1857), les empreintes de pas d'espèces très variées, attribuées à des Reptiles, à des Oiseaux, à des Mammifères, surtout à des Marsupiaux, et principalement celles des grands quadrupèdes auxquels M. Kaup, le premier (en 1835), a donné le nom de *Chirotherium* ou de *Cheirotherium*, qu'on a rapportées à des animaux de classes les plus diverses, et que M. Owen a attribuées, avec plus de vraisemblance, à de grands Reptiles fossiles découverts dans les mêmes terrains et dont il a fait le genre *Labyrinthodon*.

Depuis ces premières découvertes, on a constaté, en Angleterre et aux États-Unis, des faits analogues dans des terrains encore plus anciens, dans le terrain carbonifère et même dans des grès de l'étage *Silurien*. Le terrain le plus récent dans lequel on ait constaté jusqu'ici l'existence d'empreintes de pas d'animaux est un grès déposé au commencement de la grande période crétacée dont il forme la base, le grès *Wealdien*, ainsi que le grès vert qui le recouvre ; mais on n'en a point encore signalé d'exemple dans les terrains tertiaires d'aucun pays.

La découverte en semblerait cependant plus naturelle durant les périodes géologiques plus récentes, si riches en débris d'animaux vertébrés de toutes les classes, de tous les ordres, et surtout en ossements de Mammifères, dont le parfait état de conservation doit faire supposer des surfaces continentales habitables, voisines des lieux de leur enfouissement, alors que la multiplicité des bassins, la nature des couches, l'intermittence des dépôts fluviatiles, lacustres et marins indiquent de nombreux rivages et généralement des eaux peu profondes.

On y trouverait, ce qui a presque toujours manqué jusqu'à présent aux empreintes découvertes dans des terrains plus anciens, un moyen de comparaison et de contrôle entre les empreintes et les animaux qui les ont produites. En effet, si la présence d'ossements nombreux de Reptiles dans le terrain du *Trias* d'Allemagne

et de France met sur la voie de relations à établir entre eux et la plupart des empreintes qu'on y a découvertes, il n'en est pas encore ainsi à l'égard des traces de pas que l'on observe à la surface des bancs de grès de la même époque géologique aux États-Unis. Les empreintes de plus de cinquante formes ou types différents, attribuées à autant d'espèces inconnues d'Oiseaux, de Reptiles et même de Mammifères Marsupiaux, ont été signalées, nommées et figurées, et à peine si un seul ossement authentique de ces nombreux animaux, fort problématiques encore, a été reconnu dans les couches qui sont recouvertes des empreintes de leurs pas.

On trouverait aussi, dans l'existence de ces vestiges de la marche et du séjour des animaux pendant le dépôt de sédiments d'époques et de nature différentes de celles des terrains où on les a constatées jusqu'ici, des moyens d'étudier plus aisément, dans des gisements nouveaux, les circonstances géologiques et physiques, très incertaines encore, qui en ont accompagné et facilité la formation.

Cette lacune dans la période tertiaire se trouvera comblée par la découverte que j'ai eu l'heureux hasard de faire aux portes de Paris, dans le centre du bassin géologique le plus complétement étudié, depuis cinquante ans, par tant d'excellents observateurs, dans le terrain le plus riche en ossements fossiles de Mammifères, d'Oiseaux, de Reptiles, dont les espèces ont été si admirablement reconstituées par le génie de Cuvier.

Voici comment j'ai été mis sur la voie de cette découverte. Depuis longtemps, le désir de vérifier sur place le mode d'enfouissement des ossements fossiles qu'on trouve en assez grande abondance dans les plâtrières de la vallée de Montmorency, m'a fait visiter fréquemment ces carrières et m'a mis à même de préserver de la destruction un grand nombre de débris intéressants de ces animaux. Je ne tardai pas à m'apercevoir que les bancs les plus riches en ossements, que les surfaces mêmes sur lesquelles des portions de squelette ou même des squelettes entiers de Mammifères et d'Oiseaux avaient été déposés, contenaient aussi des cavités en forme d'amandes, disposées par groupes et se reproduisant à de certaines distances souvent régulières. Ces sortes d'amandes étaient toujours imprimées en creux à la surface supérieure des bancs et en relief à la surface inférieure des bancs superposés. Leurs formes et leur grosseur étaient très variables; elles atteignaient quelquefois plusieurs centimètres de profondeur et de diamètre. Elles n'étaient jamais complétement détachées des bancs de plâtre; elles faisaient corps intime avec eux et ne pouvaient être, par conséquent, un objet étranger, un fossile quelconque enveloppé dans la pâte du Gypse. Elles ne pouvaient être,

non plus, une concrétion gypseuse, ou une agrégation minérale comparable aux silex ménilites ou aux nodules de strontiane des marnes du même terrain, puisque la partie concave était toujours sur la face supérieure des couches et la partie convexe toujours en saillie sur la face inférieure du banc superposé. On en devait conclure, au contraire, qu'elles représentaient une impression passagèrement laissée et ainsi reproduite en creux et en relief, au contact de certains bancs. Leurs formes les plus habituelles étaient tellement inégales, que je n'osais m'arrêter définitivement à la pensée, qui m'avait frappé d'abord, de leur chercher une origine organique.

Mais plus tard, ayant remarqué entre ces groupes d'amandes des traînées sinueuses, dont quelques-unes se terminaient par des extrémités caudales très évidentes et régulièrement variées, je trouvai un argument de plus à l'appui de la présomption que j'avais conçue d'abord que ce pouvait être la trace de la marche de Reptiles voisins des Geckos, des Varans, des Iguanes, ou de grands Batraciens à doigts inégaux et inégalement disposés sur chaque membre.

Je n'y voyais cependant pas encore un élément suffisant de certitude. J'examinai attentivement le contact des bancs au moment de leur séparation par le travail des ouvriers, et bientôt je remarquai d'autres formes, toujours en creux sur la face supérieure des bancs inférieurs, toujours en relief sur la face inférieure des bancs superposés, et séparées, au contact, par une légère pellicule de marne, la même qui entoure les ossements du Gypse, et tout à fait analogue à celle qui a été observée sur les empreintes de pas, dans les principaux gisements des grès *Triasiques*.

Plusieurs de ces empreintes, dont les reliefs étaient le plus nettement conservés, comme on l'a généralement observé dans les autres gisements, représentaient des noyaux bisulqués, qui me rappelaient le pied des *Anoplotherium ;* les autres étaient trilobés et pouvaient indiquer les trois doigts du pied des *Palæotherium*. De plus grandes empreintes, soit en creux, soit en relief, partagées en plusieurs lobes et terminées par des phalanges onguéales, représentaient complétement les grands doigts des Oiseaux, ou *Ornithichnites* gigantesques, si caractéristiques des grès *Triasiques* du Massachusetts, dans la vallée de Connecticut, aux États-Unis, et dont on a donné tant de descriptions et de figures, depuis celles de MM. Hitchcock et Deane.

D'autres empreintes, formées de trois doigts fort allongés, articulés et garnis d'ongles très pointus, me rappelaient la conformation des pieds de grands Échassiers et surtout celle des pieds du Jacana.

Elles étaient de grandeurs différentes; la largeur, la profondeur des empreintes étaient toujours proportionnées à leur longueur.

Plusieurs empreintes m'offrirent, de la manière la plus évidente, la forme des pieds de Carnassiers plantigrades de différentes tailles. L'une d'elles, de la taille d'un grand chien, avec un large talon, quatre doigts bien séparés et la trace d'un pouce arrondi, détaché latéralement du reste du pied, me représentait le Carnassier qu'on a rapporté au genre *Pterodon*, et dont une mâchoire a été découverte dans les plâtrières de Sannois.

D'autres empreintes, moins régulières, offraient une apparence si évidente de reptation de corps à peau tantôt lisse, tantôt chagrinée et rugueuse, comme les empreintes laissées par les pieds, que je ne fus pas étonné d'apercevoir bientôt des impressions de membres latéraux, telles que pouvaient en produire de grands Batraciens, ou des Geckotiens, ou des Crocodiles rampant sur un sol mou et fangeux. Quelques autres empreintes reproduisaient des formes complétement analogues à celles que laisseraient des Tortues *Trionix*, en appuyant leur plastron sur une matière molle; les parties cartilagineuses et les parties osseuses y étaient très bien indiquées. Les bords dentelés de certaines carapaces y étaient aussi parfaitement évidents. D'autres espèces de Tortues, semblables aux Émydes et peut-être même aux Chélonés, y ont laissé des empreintes de pieds, sous forme de rames très nettement dessinées et de différentes tailles.

D'autres cavités, profondes de plusieurs centimètres et garnies de traces d'ongles sur leurs bords, rappelaient assez exactement l'impression de pieds ou de moignons de Tortues terrestres.

Autour de beaucoup de ces empreintes on voyait la trace du glissement des pas et le relèvement, en forme de bourrelet, de la matière gypseuse comprimée par la pression des pieds et d'autres parties du corps.

Les traces de Reptiles me paraissant être les plus nombreuses, je communiquai mes présomptions à M. A. Duméril, professeur d'Erpétologie au Muséum d'histoire naturelle, qui, à la vue des échantillons, ne demeura pas moins convaincu que moi, et m'en facilita fort obligeamment la comparaison avec des pas de Reptiles vivant dans la Ménagerie, en les faisant ramper et marcher sur de la terre glaise (1).

---

(1) M. Geoffroy Saint-Hilaire, professeur de Zoologie au Muséum, a bien voulu m'offrir aussi tout récemment le même concours, avec une obligeance dont je ne manquerai pas de profiter, pour la compa-

Mes doutes se dissipant de plus en plus sur l'origine organique de ces empreintes, je ne craignis plus d'embarrasser la science par un fait douteux, qu'il est souvent plus difficile de rétracter que de faire admettre. J'aurais voulu y ajouter un dernier élément de certitude, celui de traces d'animaux, se prolongeant isolément sur d'assez grandes surfaces; mais je n'ai pu encore vérifier cette circonstance importante que pour un petit nombre d'empreintes. Je l'ai reconnue, toutefois, pour un Mammifère, pour plusieurs Oiseaux, et pour plusieurs Reptiles. Le mode d'exploitation des carrières de plâtre offre, pour ce résultat, d'assez grandes difficultés. L'exploitation se fait ordinairement par coupes verticales, et il m'a fallu souvent attendre plusieurs mois avant de retrouver la suite de pas que j'avais constatés une première fois; mais cette réalisation, ainsi retardée, de mes prévisions était assurément bien propre à augmenter la certitude des faits observés.

Une autre difficulté plus grande, qui tient à un fait géologique des plus intéressants et resté aussi, je crois, inaperçu, est l'existence, sur la surface de la plupart des bancs qui contiennent le plus d'empreintes de pas, de traces d'érosions, de sillonnements, de canaux sinueux, d'ondulations, tels qu'en produisent les eaux peu profondes, en mouvement, ou s'écoulant avec rapidité sur des surfaces incomplétement endurcies. Les pas se confondent souvent avec ces sinuosités irrégulières; et quand plusieurs animaux ont traversé en différents sens les mêmes surfaces, il en est résulté une confusion assez grande et une apparence de trépignement, telle qu'on l'a généralement observée dans les grès *Triasiques*.

Ces canaux sinueux, remplis eux-mêmes, comme les traces de pas, de la matière gypseuse des bancs supérieurs, et qui n'en sont séparés, comme elles, que par de simples filets de marne verdâtre, sont essentiellement différents d'autres canaux ondulés qui se voient fréquemment au contact des bancs du Gypse. Ceux-ci sont les prolongements horizontaux des fentes verticales d'érosion qui sillonnent et divisent les Gypses, les Grès et les calcaires des collines des environs de Paris, en poches inégales, remplies de limon et de graviers à ossements diluviens (1). Ces canaux horizontaux ou inclinés dans tous les sens, produits par l'action des eaux, sont tantôt vides, tantôt remplis de limon jaune, comme les poches

---

raison des empreintes avec les pas de Mammifères et d'Oiseaux vivant à la Ménagerie.

(1) C'est dans ces sortes de poches que je découvris, en 1842, dans les mêmes carrières de plâtre de la vallée de Montmorency, un nombre considérable d'ossements de Mammifères du terrain de transport, se

supérieures, mais ils n'ont jamais été remplis par le relief des bancs de Gypse superposés.

J'ai reconnu la prolongation des bancs à empreintes sur les deux côtés de la vallée de Montmorency, et à peu près aux mêmes niveaux sur les deux bords; à l'est, du côté de la forêt, depuis les carrières de Montmorency jusqu'à celles de Saint-Leu et de Frépillon; à l'ouest, sur l'autre rive, depuis Argenteuil et Sannois jusqu'à Herblay. Il existe au moins cinq ou six niveaux de ces surfaces à empreintes, toujours avec les mêmes circonstances, dans la masse supérieure du Gypse, la plus riche en ossements fossiles, qui, dans cette partie du bassin de Paris, a une épaisseur variable de 10 à 15 mètres, et qui, déposée sous des eaux moins profondes que la masse inférieure, pouvait plus aisément recevoir les empreintes des pas d'animaux. Ces bancs sont d'épaisseur fort inégale, et l'un d'entre eux est même subdivisé en deux lits plus minces par une de ces lignes d'empreintes qui ont souvent pénétré, par l'effet du poids du corps et de la mollesse de la pâte, jusqu'à plusieurs centimètres dans le Gypse.

J'ai retrouvé les mêmes indices dans d'autres collines gypseuses, à Montmartre, à Pantin, à Clichy, à Dammartin, etc., mais avec moins de précision, n'ayant pu les observer que momentanément.

Une comparaison très intéressante à faire est celle des empreintes les mieux caractérisées avec les types des animaux fossiles du terrain du Gypse, ou terrain *Éocène* supérieur. Le bassin de Paris en contient seul trente à quarante espèces, reconnues presque toutes par Cuvier. Déjà j'ai pu trouver des rapports, pour les Mammifères Pachydermes, avec les *Anoplotherium* et les *Palæotherium* de différentes tailles; avec plusieurs Carnassiers dont les ossements, quoique infiniment plus rares dans le Gypse que ceux des Pachydermes, ont déjà fourni six à sept espèces; avec plusieurs espèces d'Oiseaux, et surtout avec des Tortues de différentes familles, lacustres, fluviatiles et terrestres, dont l'existence a été constatée aussi, en général, par Cuvier, d'après l'étude de leurs débris osseux.

Je crois, en outre, avoir reconnu plusieurs types qui ne sont point

---

rapportant surtout à des Rongeurs, à des Carnassiers et à des Ruminants. Voir la notice que j'ai insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (séance du 4 avril 1842), *Sur les cavernes et les brèches à ossements des environs de Paris*, et, dans le *Bulletin de la Société géologique*, année 1842, t. XIII, les observations que je communiquai sur ce fait à la Société, avec mon excellent et regrettable ami, M. Constant Prévost. S'il eût connu les empreintes de pas, il eût sans doute modifié en partie, pour le Gypse, son ingénieuse théorie des affluents dans un bassin marin, unique.

encore représentés par les ossements découverts, et particulièrement des reptiles voisins des Varans ou des Geckos, peut-être des têtards de Salamandres ou des Batraciens, plusieurs Oiseaux, surtout une ou deux espèces d'Oiseaux gigantesques, dont le pied est articulé en larges phalanges comme celui des Foulques, et qui peuvent rappeller le *Gastornis* du conglomérat inférieur de Meudon, quoique le gisement de celui-ci soit plus ancien. Le plus grand doigt de deux de ces empreintes atteint une longueur de plus de 20 centimètres, longueur presque égale à celles des plus grands *Ornithichnites* des États-Unis.

Ces déterminations, pour offrir plus d'exactitude, ont besoin d'un examen plus rigoureux, dont je m'occupe, et qui sera surtout facilité par des découvertes nouvelles que je poursuis, et que, sans nul doute, d'autres géologues continueront.

Quant à l'ensemble, fort incomplet encore des espèces indiquées par les empreintes, il rappelle, comme on le voit, ainsi qu'une partie de la population animale de l'âge des Gypses, constatée par les débris d'ossements, des Mammifères Pachydermes habitant sur le bord des lacs et des rivières, et, comme Cuvier l'a remarqué pour plusieurs, organisés de façon à pouvoir fréquenter souvent et même habiter les eaux, à la manière des Loutres; des Carnassiers qui faisaient la guerre à ces Pachydermes et dont on trouve la trace évidente, non-seulement dans les empreintes de pas aussi bien que dans les ossements, mais encore quelquefois dans l'état de brisure de certains os et de crânes de *Palæotherium*, brisure provenant souvent évidemment de la dent d'animaux carnassiers.

Les Oiseaux sont des Oiseaux de rivage; les nombreux Reptiles sont d'eau douce ou de sols humides.

Il y a donc, sous ces différents rapports, confirmation assez complète de la théorie qui a fait considérer les Gypses de Paris comme déposés avec leurs marnes, dans un grand lac, ou dans plusieurs petits lacs se communiquant entre eux, et entourés sur leurs bords des animaux dont les débris ont été enfouis dans les couches.

Je ne me dissimule pas que beaucoup de questions pourront être soulevées par ce fait nouveau, soit pour la théorie encore fort controversée de la formation du Gypse, soit pour la théorie générale des terrains tertiaires du bassin de Paris; mais je crois prudent de réserver toute discussion à cet égard jusqu'à ce que le fait des empreintes de pas d'animaux de l'époque tertiaire soit entré définitivement dans la science. On pourra en rechercher les causes, soit dans les intermittences périodiques des eaux qui ont transporté et déposé les Gypses et leurs marnes dans le bassin lacustre, soit dans des abaissements et relèvements successifs qui ont pu faire changer

fréquemment les rapports du sol émergé environnant et celui du fond des lacs. Malgré le voisinage de l'habitation des animaux on voit aussi quelquefois des traces de transport. C'est ainsi que sur l'un des bancs gypseux, recouvert d'ossements de *Palæotherium*, j'ai observé plusieurs petits galets de quartz, empâtés, comme eux, dans la roche, fait jusqu'alors inconnu dans l'étude des Gypses parisiens.

Très probablement avant peu de temps le nombre de faits semblables à celui des empreintes des plâtrières de Paris sera constaté dans d'autres bassins, et surtout dans les Gypses du Puy et du bassin d'Aix, dans les calcaires du Bourbonnais et de l'Auvergne, dans la Mollasse de Suisse, si propre à conserver les empreintes, et aussi dans le riche dépôt de Sansan, où M. Lartet ajoutera peut-être cette découverte à tant d'autres.

J'ai déjà, dans le bassin même de Paris, d'autres indices, mais incertains, d'empreintes de pas dans des bancs plus anciens et en particulier dans les grès de Beauchamp, dans les couches calcaréo-marneuses supérieures du calcaire grossier dans lequel on a trouvé, à Nanterre et à Neuilly, des débris de Lophiodon, d'autres Mammifères et de Reptiles parfaitement conservés. Les coprolites de Reptiles qu'on trouve fréquemment avec des coquilles d'eau douce, dans les couches marneuses à lignites du calcaire grossier supérieur, à Vaugirard et à Montrouge, que j'ai fait connaître il y a près de quarante ans, et qui ont été aussi indiqués depuis par M. Robert, dans les mêmes couches, à Passy, et par M. Ch. d'Orbigny, dans le conglomérat de l'argile plastique de Meudon, démontrent la présence des Crocodiles dans ces eaux et sur leurs bords pendant presque toute la durée du terrain *Éocène*.

Je viens de rassembler au Muséum, afin de les étudier et de les comparer plus rigoureusement, soit avec les pieds fossiles des animaux du Gypse, soit avec des empreintes de pas découvertes dans d'autres terrains, soit avec les pieds d'animaux vivants, les principaux échantillons des empreintes, dont je n'ai pu apporter à la Société qu'un très petit nombre, et je me ferai un grand plaisir de les communiquer aux naturalistes qu'ils pourraient intéresser.

*P. S.* Depuis que cette communication a été faite à la Société géologique, plusieurs géologues et paléontologistes, ayant vu mes empreintes, ont partagé ma conviction. M. Lyell, à qui je viens de les montrer et qui a observé lui-même aux États-Unis les empreintes du *Trias* et du terrain carbonifère, a été frappé, comme moi, de l'analogie de certaines formes que présentaient plusieurs des empreintes du Gypse, particulièrement celles qu'on peut rapporter à de grands Oiseaux, malgré leur âge si différent.

M. Coquand fait la communication suivante :

*Synopsis des animaux et des végétaux fossiles observés dans la formation crétacée du sud-ouest de la France ;* par M. H. Coquand.

Dans les divers travaux que j'ai publiés récemment sur la formation crétacée de la Charente, je me suis appliqué à jeter quelque lumière sur l'ordre de distribution des espèces fossiles qu'on y rencontre, et mes études m'ont conduit à diviser le terrain de craie, au-dessus de l'étage du gault, en deux groupes comprenant : l'inférieur, les bancs connus sous le nom vague et mal défini de *craie chloritée*, et le supérieur, les bancs connus sous celui de *craie blanche* ou *craie supérieure*.

Chacun de ces groupes a été subdivisé en étages, et ces étages m'étaient naturellement indiqués par la spécialité des faunes qu'ils contenaient. Il ne m'a pas été difficile de démontrer que les termes de *craie chloritée*, de *craie supérieure*, dont on s'était servi jusqu'ici pour désigner ces groupes, avaient la même valeur que l'on attachait autrefois aux termes de *terrain de transition* et de *terrain tertiaire*, qu'ils étaient pris dans un sens général plutôt que dans une acception spécifique, qu'en un mot ils étaient devenus insuffisants. Il était donc indispensable de réformer pour cette partie des terrains secondaires la terminologie géologique, et de procéder à un démembrement analogue à celui que les Anglais avaient fait subir à la formation jurassique, c'est-à-dire, à tracer autant d'étages distincts qu'il y avait de faunes distinctes, de sorte qu'on ne fût plus entraîné, en appelant du nom de *craie chloritée* la craie du Sud-Ouest et des Pyrénées, à la paralléliser avec celle de Rouen qui n'y est point représentée, et à ramener au niveau de cette dernière la craie de la Champagne de Cognac, qui est l'équivalente de la craie de Vendôme, de la craie de Meudon et de la craie de Maestricht.

Les noms nouveaux que j'ai adoptés pour mes étages ont soulevé des réclamations, surtout de la part des géologues qui trouvent plus commode de ne rien changer à d'anciennes habitudes que d'aller vérifier sur place, je ne dis pas seulement la convenance, mais encore la nécessité des divisions proposées. J'avais prévu cette opposition, car j'ai été le témoin moi-même de celle qui a été faite dans ces derniers temps à l'introduction dans la science des terrains cambrien, silurien, dévonien et permien, pour les

couches anciennes du globe qui étaient désignées par l'expression unique de *terrain de transition*. Mais si je suis parvenu à prouver que la faune caractérisée par l'*Ostrea columba* n'offre rien de commun avec la faune caractérisée par l'*Ammonites varians*, qu'a fortiori, les coteaux d'Aubeterre et de Saint-Mametz avec *Hippurites radiosus* ne sauraient être confondus avec les calcaires d'Angoulême, avec *Hippurites cornu vaccinum*; n'était-il point indispensable, pour indiquer ces différences, de modifier la nomenclature suivie jusqu'ici et de chercher des noms nouveaux pour définir des choses nouvelles? S'il fallait appliquer dans toutes leurs déductions logiques les règles posées par mes contradicteurs, c'est-à-dire, conserver le nom de groupe à chacun de mes étages, il faudrait, pour rester conséquent avec soi-même, supprimer les noms d'oxfordien, de corallien, de kimméridgien, de portlandien et de purbeckien, noms par lesquels on désigne les étages des portions moyenne et supérieure de la formation jurassique, car stratigraphiquement, pétrologiquement et paléontologiquement, mes divers étages de la craie leur ressemblent et sont exactement créés sur les mêmes modèles; or, attaquer les uns, c'est attaquer implicitement les autres, et alors c'est tomber sciemment dans une pétition de principes.

Quant au choix des termes, on conçoit qu'il serait peu raisonnable d'exiger d'un novateur le rare mérite de pouvoir contenter tout le monde, et qu'il est passé dans les usages de laisser aux parrains le droit de nommer les nouveau-nés. Il y avait à cet égard trois partis à prendre : ou à choisir des noms empruntés à des fossiles, ou à se servir de périphrases, ou à adopter des noms univoques. MM. Triger et Bayle ont procédé suivant la première manière, en imposant à chaque assise le nom d'un fossile. Ainsi on a, avec l'un de ces deux géologues, les assises à *Pecten asper*, les assises à *Scaphites*, les assises à *Ostrea columba*, les assises à *Terebratula pectita*, etc.; avec le second, le niveau à *Sphærulites foliaceus*, le niveau à *Radiolites lumbricalis*, le niveau à *Hippurites cornu-vaccinum*, le niveau à *Sphærulites Hœninghausi*, le niveau à *Hippurites radiosus*. Je suis loin de blâmer cette manière de classer les couches, mais cependant elle me paraît présenter quelques inconvénients, parce que ces dénominations, qui peuvent être appliquées avec beaucoup de convenance à un point donné, ne peuvent pas être toujours généralisées. Ainsi, je demande ce qu'il faut entendre, dans le Jura, par bancs à *Pecten asper*, quand ce fossile fait défaut dans la craie chloritée de cette chaîne, et ce qu'il faut entendre par bancs à *Sphærulites foliaceus*, dans les Alpes proven-

çales, où tous les fossiles de l'étage carentonien se rencontrent peut-être, excepté cette espèce : ce qu'il faut entendre, dans le Jura, par bancs à *Ostrea deltoidea*, quand cette Huître n'y a jamais été signalée, bien que le kimméridgien y soit le type connu le plus complet. Dans les départements de la Charente, de l'Aveyron et du Var, le lias inférieur est dolomitique, et, bien qu'il ne contienne aucun fossile, il n'en est pas moins le lias inférieur ; je me demande alors si le mot univoque de *sinémurien*, adopté par Alc. d'Orbigny, n'est pas plus rationnel que celui de *calcaires à Gryphées arquées* par lequel on le désigne généralement. Ces expressions *oxfordien*, *kimméridgien* et autres analogues, tirées des noms des lieux, ont l'avantage de ne rien préjuger sur la nature minéralogique des bancs ainsi que sur la présence ou l'absence de tels ou tels fossiles ; le premier signifie, pour tous les géologues, l'ensemble des couches qui sont placées entre le cornbrash et le corallien, qui peuvent contenir totalité ou portion de la faune oxfordienne, ou ne pas en contenir une seule espèce. Or, que représente mon étage carentonien, par exemple, si ce n'est des choses parfaitement identiques, c'est-à-dire, l'ensemble des couches qui sont placées entre les bancs qui renferment la faune de l'étage rothomagien et les bancs qui renferment la faune de l'étage angoumien? S'il en est ainsi, n'est-il pas vraiment surprenant de voir des géologues qui se servent des mots oxfordien, kimméridgien, corallien et portlandien, qu'ils trouvent très convenables, protester contre ceux de rothomagien, de carentonien, de provencien et d'angoumien qui expriment des divisions équivalentes? Je demanderai, dans ce cas, quel est celui d'entre nous, de mes contradicteurs ou de moi, à qui on devra adresser le reproche d'illogisme. On n'aurait le droit de critiquer la légitimité des noms imposés à mes étages, qu'autant qu'on serait parvenu à démontrer que les fossiles de mon étage carentonien sont les mêmes que ceux de mon étage rothomagien, et ainsi des autres. Mais si les divisions que j'ai établies sont conformes, je le répète, aux lois de la stratigraphie et de la paléontologie, les attaques qu'on dirige contre elles tombent et n'ont plus de valeur.

D'autres auteurs, sans s'astreindre à des noms univoques ou à des noms tirés de fossiles, ont choisi de préférence des phrases plus ou moins longues, plus ou moins équivoques, pour désigner leurs étages. Ainsi, M. d'Archiac, dans son grand travail sur les Corbières, distribue en étages, de la manière suivante, l'ensemble des bancs dont il a fait sa *craie supérieure :*

1er étage... Marne bleue.
2e étage... Grès, marnes, et premier niveau des Rudistes.
3e étage.. { Calcaires marneux, gris, jaunes ou bruns, avec Échinodermes.
Calcaires durs, gris, bruns, noduleux, et second niveau des Rudistes.
4e étage... Calcaires marneux, avec *Exogyra columba*, *Orbitolites concava*, et grès.

Ces dénominations peuvent être commodes pour l'auteur, mais j'avoue en toute sincérité que je les trouve trop élastiques, qu'elles ne renseignent pas suffisamment le lecteur sur la position rigoureuse des étages qu'elles ont la prétention d'indiquer, et que, puisqu'elles signalent quatre faunes distinctes, il y aurait bénéfice pourtant à savoir la valeur et la place exacte de ces faunes dans la formation crétacée des autres parties du globe. Cette observation me paraît arriver d'autant plus à propos que M. d'Archiac convient lui-même que les quatre étages qu'il adopte ne s'appliquent qu'à la zone sud de la région qu'il décrit, et ne peuvent être employés pour la région nord-est où la craie diffère de celle du sud par tous ses caractères, ce qui démontre l'impuissance ou du moins l'insuffisance des caractères minéralogiques pour la délimitation des étages. Cependant, en jetant les yeux sur la liste des fossiles qu'il donne, on se convainc sans peine que la craie des Corbières et du bassin d'Ausson, quelque différentes que soient les roches qui la composent, est jusqu'au niveau du *Micraster brevis*, c'est-à-dire jusqu'à celui de la craie de Villedieu, l'équivalent de la craie de la Loire, des deux Charentes et de la Dordogne, et que les couches inférieures de Sainte-Catherine y manquent comme dans le sud-ouest. Seulement il demeure acquis que M. d'Archiac, avec le secours seul de la stratigraphie, n'a pu retrouver dans la vallée d'Ausson ses quatre étages des Corbières. Nous sommes convaincu que la paléontologie aurait été moins impuissante et l'aurait mieux servi.

Les dénominations de M. d'Archiac me paraissent présenter un autre inconvénient et mériter à leur tour le reproche d'innovation que leur auteur adresse aux autres. Jusqu'ici on avait réservé le nom de *craie supérieure* aux étages supérieurs à la *craie chloritée* proprement dite ; M. d'Archiac y introduit aujourd'hui, non-seulement son groupe de la *craie blanche*, mais encore celui de la *craie tuffeau*, c'est-à-dire tous les grès verts supérieurs au gault ; or, quand on voit de quelle manière à Cognac la craie supérieure

à *Ostrea auricularis* qui débute par des masses de grès, repose sur les bancs les plus élevés des anciens *grés verts supérieurs* avec *Hippurites organisans*, beaucoup de géologues seront étonnés de voir qu'on place la craie de Meudon, de Maestricht, de Villedieu et les grès d'Aix-la-Chapelle, dans la même division générale que les couches de Sainte-Catherine, les grès de la Sarthe et des deux Charentes, et les calcaires durs à rudistes du sud-ouest et de l'Aude.

Si on adoptait ce mode de classification qui a le privilége, sinon de résoudre les difficultés, du moins de les tourner, il serait rationnel de l'étendre aussi aux autres formations géologiques, et si on en faisait l'application aux environs de Besançon, il faudrait dire que le groupe jurassique supérieur, au lieu de se composer des cinq étages purbeckien, portlandien, kimméridgien, corallien et oxfordien, consiste :

1er étage. . En marnes et en calcaires.
2e étage. . En calcaires lithographiques, avec ou sans fossiles.
3e étage. . En argiles bleues, en marnes et calcaires marneux.
4e étage. . En calcaires oolithiques, compactes ou marneux, renfermant des polypiers.
5e étage. . En argiles bleues et calcaires oolithiques.

Eh bien! ce que M. d'Archiac a fait pour son terrain de craie, il n'a pas osé le tenter pour le terrain jurassique, et en conservant à chacun de ces cinq étages les noms des localités anglaises, il s'est bien mieux fait comprendre des lecteurs des *Progrès de la géologie* que lorsqu'il a renoncé à cette méthode pour la description de la craie ; et cela est d'autant plus vrai, que son étage à *Exogyra columba*, qui correspond à mon étage carentonien, a été jusqu'ici confondu par ce savant et avec les couches de Sainte-Catherine et avec la *craie micacée* de la Charente, qui correspond au niveau de Meudon et de Maestricht.

Parmi mes contradicteurs les plus ardents et qui semblent me reprocher de hérisser la nomenclature des étages géologiques de noms barbares, j'ai le regret de trouver aussi M. Hébert, dont la spécialité de ses études paléontologiques aurait dû me gagner les suffrages plutôt que l'opposition, et qui pense que, pour la craie supérieure au gault, les dénominations reçues jusqu'ici de *craie chloritée*, de *craie tuffeau*, de *craie marneuse* et de *craie blanche* sont suffisantes et répondent aux besoins de la science. Cette persistance à conserver des expressions tirées des caractères pétrographiques d'une contrée et qui n'ont été créées qu'à titre précaire et provi-

soire à l'époque où la géologie positive se fondait, rappelle un peu l'opposition faite à la nomenclature chimique, par les chimistes de l'ancienne école qui ont persisté à appeler huile de vitriol l'acide sulfurique et sel de Glauber le sulfate de soude Comment ne comprend-on pas, par exemple, que les termes de craie chloritée, de craie tuffeau, de craie marneuse et de craie blanche, qui marquent les premiers tâtonnements de la science et qui sont bons tout au plus pour le bassin de Paris, deviennent ridicules et dépourvus de sens, quand on prétend les appliquer à d'autres régions ?

Ainsi la craie qui est *chloritée*, à Rouen, devient, dans les deux Charentes, ou un grès, ou un sable friable, ou des argiles tégulines, ou des pierres de taille, en Provence et en Afrique, des calcaires solides jaunes, et dans les Pyrénées des calcaires noirs ; la craie *tuffeau*, tendre dans le bassin de la Loire, est dans le midi du grès à paver ; la craie *marneuse* de Dieppe, de Rouen et de Fécamp, devient, dans le sud-ouest, un calcaire dur ou un calcaire micacifère ; la craie *blanche* et *friable* de Meudon devient en Afrique un calcaire noir susceptible de poli, et en Amérique une craie plus *chloritée* que celle de Rouen.

Et pour faire verser la mesure des confusions, il est indispensable de dire et de répéter que la craie chloritée de Rouen ne correspond pas à la craie chloritée de la Sarthe, qui comprend en plus les sables du Mans, que celle de la Sarthe ne correspond pas à la craie chloritée d'Angoulême qui est moins complète à la base et comprend un plus grand nombre d'assises au sommet ; que les craies chloritées contiennent plusieurs faunes distinctes, et que si pour les terrains jurassiques on est d'accord pour désigner chaque faune par un nom de localité, ce qui est très logique, on s'affranchit de la logique et des mêmes règles pour le terrain de craie.

Ces explications étaient nécessaires, mais elles suffisent, je l'espère, pour écarter le reproche qui m'a été fait d'avoir introduit sans raison des noms nouveaux dans la science : et une partie de ces reproches qui s'adressent aussi aux zoologues qui ont imposé des noms nouveaux de genres, perdront sans doute beaucoup de leur force, quand on saura que M. d'Archiac, qui s'est élevé avec énergie contre l'introduction des premiers, s'est empressé d'adopter, sans protestation aucune, les noms si nombreux de genres dont MM. Milne Edwards et Haime ont enrichi la famille des polypiers. Je laisse au surplus le soin de ma justification au Synopsis que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à la Société géologique, persuadé qu'il pourra être de quelque utilité aux savants

qui voudront étudier la craie du sud-ouest; cette espérance, je la puise moins dans le mérite de mon œuvre que dans les témoignages nombreux qui me sont parvenus de la part des géologues qui en ont déjà fait ou qui en font l'application dans la contrée même.

Je dois faire observer que le nombre des espèces que je signale, quoique étant déjà très considérable, est loin d'avoir atteint ses dernières limites. Les deux Charentes ont été peu fouillées encore, mais les précieuses découvertes faites par M. de Rochebrune autour d'Angoulême, et celles de MM. Arnaud et Boreau dans les environs de Cognac, laissent entrevoir quelles seront plus tard les richesses paléontologiques du sud-ouest, lorsque des observateurs plus nombreux auront étendu leurs recherches sur tous les points d'une contrée qu'on peut considérer dès aujourd'hui comme la région classique et le type le mieux développé, sous le rapport du nombre des espèces fossiles de la craie supérieure.

Pour dresser un catalogue aussi complet que possible, nous avons mis à contribution toutes les sources connues. Nous avons eu à notre disposition, outre les matériaux que nous avons rassemblés nous-même et qui sont fort abondants, les collections de MM. de Nanclas, de Rochebrune, Boucheron, Arnaud, Boreau, Condamy et Bauga, de la Charente, des musées de la Rochelle et de Pons, celles de MM. Marrot et Harlé, déposées à l'École des Mines. M. Hébert, qui a parcouru dernièrement la Charente et la Dordogne, et M. Michelin dont l'obligeance est si bien connue de tous les géologues, ont bien voulu me communiquer, celui-ci ses magnifiques séries d'échinodermes et le premier les nombreux spécimens qu'il a rapportés de son voyage. Les ouvrages paléontologiques de d'Orbigny, de Goldfuss et de Desor, nous ont fourni aussi un grand nombre d'indications dont nous avons enrichi nos listes. Nous ne nous dissimulons pas que plusieurs rectifications, surtout pour les Bryozoaires, ainsi que des additions ultérieures, pourront les modifier dans quelques-uns de leurs détails; mais nous demeurons bien convaincu que le fond de notre cadre et de nos faunes n'en subsistera pas moins, malgré les modifications qui pourront survenir, et que, surtout pour notre étage campanien qui correspond à la craie blanche, il restera ce fait bien établi que la craie blanche de Meudon, qui jusqu'à ce jour a été considérée comme le prototype de l'étage et dont la pauvreté de la faune ne le cède qu'à celle des marnes irisées de la France, a perdu le droit de prétendre à la suprématie, en présence de la craie blanche

du sud-ouest que le grand nombre et la variété de ses fossiles placent sur le premier rang.

Nous reproduisons ici les noms de nos étages, en plaçant en regard les noms de quelques localités qui leur correspondent en dehors du sud-ouest, en exceptant toutefois les départements du Midi et des Pyrénées, sur lesquels nous préparons un travail spécial.

A. CRAIE INFÉRIEURE (1).

1. *Étage gardonien.* . Saint-Paulet (Gard), Provence.
2. *Étage carentonien.* Grès supérieur du Mans, Sainte-Maure, calcaire à Dicérates des Pyrénées (Dufrénoy).
3. *Étage angoumien.*. Calcaires durs de Sainte-Maure, des environs de Vernon (Touraine), Saint-Cristophe, Saumur.
4. *Étage provencien.*. Aude.

B. CRAIE SUPÉRIEURE.

1. *Étage coniacien.* . Environs de Tours, sables d'Aix-la-Chapelle.
2. *Étage santonien.* . Vendôme, craie de Jallanges près de Vernon, environs de Liége, marne bleue de l'Aude (M. d'Archiac), Gozau.
3. *Étage campanien.* . Meudon, Chavot, Maestricht, Ciply, New-Jersey.
4. *Étage dordonien.* . Bancs supérieurs des carrières de Maestricht.

*Synopsis des animaux et des végétaux fossiles observés dans le sud-ouest de la France.*

CRAIE INFÉRIEURE.

1° ÉTAGE GARDONIEN.

VERTÉBRÉS. — *Reptiles.*

*Saurien.* — Une grande vertèbre découverte au château d'Ardennes, sous les Molidards.

MOLLUSQUES. — *Acéphales.*

*Teredo Fleuriansi*, d'Orb., *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 157, n° 229. — Pont-de-Basseau, près Angoulême, Ile d'Aix.

(1) On sait que l'étage rothomagien manque dans les Deux-Charentes.

**Végétaux.**

*Fucoides Brardii*, Ad. Brong. — Pialpinson (Dordogne).
— *Orbignyi*, Ad. Brong. — Ile d'Aix.
— *strictus*, Ad. Brong. — Ile d'Aix.
— *tuberculosus*, A. Brong. — Ile d'Aix.
— *canaliculatus*, A. Brong. — Pointe-du-Rocher (Char.-Infér.).
*Zosterites cauliniæfolia*, Ad Brong. — Ile d'Aix.
— *lineata*, Ad. Brong. — Ile d'Aix.
— *bellovisana*, Ad. Brong. — Ile d'Aix.
— *elongata*, Ad. Brong. — Ile d'Aix.

## 2° ÉTAGE CARENTONIEN.

**Vertébrés.** — *Reptiles.*

Vertèbres recueillies par M. de Rochebrune, à la Grande-Garenne, près Angoulême.

**Vertébrés.** — *Poissons.*

*Corax elongatus*, H. Coquand.

Dent triangulaire, allongée, recourbée vers le sommet; base assez étroite; dentelures fines et régulières.

Hauteur 16 millimètres, largeur 10 millimètres. — Sillac, près Angoulême.

— *parallelus*, H. Coq.

Dent fortement coudée et devenant, immédiatement après l'angle de coudure; parallèle à la base, de manière que la pointe est projetée dans un plan horizontal; dentelures assez fortes.

Hauteur 5 millim., largeur 11 millim. — Même localité.

— *trapezoidalis*, H. Coq.

Dent de forme trapézoïdale, s'élevant d'abord verticalement jusqu'à la région de la courbure, à partir de laquelle elle suit une direction oblique.

Hauteur 10 millim., largeur 5 millim. — Même localité.

*Pycnodus Rochebruni*, H. Coq.

Les dents de la rangée moyenne sont contiguës, de forme rhomboïdale; extrémités extérieures recourbées en avant; les dents de la rangée interne sont rondes ou elliptiques, à surface usée. — Même localité.

— *distans*, H. Coq.

Cette espèce, dont M. de Rochebrune possède un magnifique exemplaire, se distingue de la précédente par l'écartement des dents de la rangée moyenne qui sont aussi beaucoup plus effilées à leur extrémité. — Pont-de-Basseau, près Angoulême.

*Gyrodus carentonensis*, H. Coq.

Dents elliptiques, irrégulières, ornées dans la couronne même

de rayons divergents, irréguliers, d'apparence rugueuse et chagrinée. — Même localité.

*Lamna Trigeri*, H. Coq.

Dents allongées, finement striées en long, avec deux tubercules latéraux courts et aigus.

Hauteur 40 millim., largeur à la base de la racine, 18 millim. — Sillac.

*Otodus Michoni*, H. Coq.

Dent tricuspide; dentelons latéraux très marqués, également écartés.

Longueur 18 millim., largeur 11 millim. — Même localité.

*Vertèbres.* — M. de Rochebrune a recueilli à Sillac un nombre assez considérable de vertèbres que, malgré leur bon état de conservation, il serait difficile de restituer aux espèces dont elles proviennent.

ARTICULÉS. — *Crustacés.*

Pinces découvertes par M. Arnaud, à Bricoine, près Cherves, dans les bancs à Alvéolines.

MOLLUSQUES. — *Céphalopodes.*

*Nautilus triangularis*, Montf. — Angoulême.

— *Fleuriausi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, pl. 15. — Angoulême, Saint-Trojan, Sers, Ile d'Aix.

*Ammonites Fleuriausi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, p. 350, pl. 107. — Sillac, Bagnolet près Cognac, Martrou.

— *navicularis*, Sow., *Min. Conch.*, t. VI, p. 105. pl. 555.

— *Mantelli*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, p. 146, pl 103. — Angoulême. Garat, Sillac, Sers, Châteauneuf, Bagnolet, Pons.

— *Wolgarii*, Mantell, *Geol. of Sussex*, p. 197, pl. 21, p. 16, 22, et pl. 22, f. 7.

— *Carolinus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, p. 310, pl. 91, fig. 5-6. — Angoulême et Châteauneuf. — Martrou.

— *Vielbancii*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, pl. 108. — Angoulême et Bagnolet. — Martrou.

— *engolismensis*, H. Coq.

Hauteur 55 millim., largeur 42 millim., épaisseur 17 millim.

Coquille discoïdale, comprimée, lisse; ornée par tour de six gros tubercules, arrondis, disposés régulièrement autour de l'ombilic; dos étroit et presque tranchant; bouche semi-lunaire.

Cette espèce rappelle par la disposition de ses tubercules l'*A. orthocera*, d'Orb., dans son jeune âge; mais elle s'en distingue par son ombilic plus étroit et par son dos qui est tranchant, au lieu d'être arrondi.

Découverte par M. de Rochebrune dans les calcaires marneux à *Terebratella carentonensis* de la colline d'Angoulême.

*Ammonites caprinarum*, H. Coq.

Coquille discoïdale, large, à ombilic très ouvert ; tours nombreux, ornés d'une double rangée de tubercules obtus, noduleux, réguliers, rapprochés, dont l'une placée sur le pourtour de l'ombilic et l'autre vers la région dorsale ; dos convexe, bouche subquadrangulaire, à peine échancrée par le retour de la spire.

Cette espèce, qui atteint souvent de grandes proportions, a été recueillie à Bricoine et à Champagnolles avec la *Caprina adversa*.

*Gastéropodes.*

*Scalaria Alphonsii*, H. Coq.

Hauteur 35 mill., épaisseur du dernier tour 16 mill.

Coquille allongée, subcylindrique ; spire composée de tours réguliers au nombre de huit, convexes, séparés par une suture profonde. — Sillac, dans le deuxième banc à Ichthyosarcolites.

*Globiconcha rotundata*, d'Orb. *Terr. crét.*, t. II, p. 143, pl. 169, fig. 17. — Saint-Trojan.

— *ponderosa*, H. Coq.

Hauteur 65 millim , largeur 57 millim.

Coquille ventrue, globuleuse, en forme de toupie, lisse, un peu plus longue que large ; spire régulière, composée de tours convexes, le dernier tour très large ; bouche semi-lunaire, s'élargissant en avant et aboutissant à un sinus formé par la columelle ; têt lisse, épais. — Saint-Trojan.

*Natica succinoides*, H. Coq.

Hauteur 18 millim., largeur 12 millim.

Coquille plus haute que large, déprimée obliquement, lisse ; spire formée de tours convexes, non articulés, le dernier très grand ; ouverture très large, terminée près de la columelle par un bourrelet saillant, sans ombilic. Cet espèce est remarquable par la grandeur de son ouverture et par l'ampleur de son dernier tour. — Sillac, dans le deuxième banc à Ichthyosarcolites.

— *difficilis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p 229, pl. 186 *bis*, fig. 9 et 10. — Angoulême et Ile d'Aix.

*Acteonella lævis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 3, pl. 166. — La Couronne, près d'Angoulême.

*Acteon elongatus*, H. Coq.

Coquille oblongue, conique, épaisse ; spire composée de tours convexes séparés par une suture profonde ; bouche oblongue, étroite, un peu oblique ; columelle pourvue de cinq plis réguliers bien marqués. — Angoulême.

*Chemnitzia Æolis*, d'Orb., Prodr., t. II, p. 149, n° 66. — Ile d'Aix.

*Nerinea Salignaci*, H. Coq.

Coquille conique, épaisse, non ombiliquée ; spire formée de tours étroits, rapprochés et contigus, séparés en deux parties presque égales par une excavation profonde ; la partie supérieure

un peu plus étroite que l'autre, convexe et arrondie ; la partie inférieure un peu plus large et carrée. Bouche subtriangulaire et se prolongeant en un canal assez court. — Angoulême et Saint-Trojan.

*Nerinea bisulcata*, d'Archiac, *Form. crét. du Sud-Ouest*, *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 190, pl. 13, fig. 17. — Angoulême et Saint-Trojan.

— *regularis*, d'Orb., *Terr. crét.* t. II, p. 87, pl. 160, p. 10. — Angoulême et l'Ile d'Aix.

— *Fleuriausi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 85, pl. 160, fig. 6 et 7. — Angoulême, Saint-Trojan et Ile d'Aix.

— *aunisiana*, d'Orb. *Terr. crét.*, t. II, p. 86, pl. 160, fig. 8 et 9. — Angoulême et Ile d'Aix.

— *Bauga*, d'Orb, *Terr. crét.*, t. II, p. 91, pl. 162, fig. 1 et 2. — Angoulême et Boutiers.

— *monilifera*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 95, pl. 163, fig. 4 et 6 — Angoulême et Saint-Trojan, Ile Madame.

— *Rochebruni*, H. Coq.

Coquille allongée, non ombiliquée ; spire formée de tours réguliers, profondément excavés et étranglés, séparés en deux parties inégales par une suture ou sillon médian ; la partie supérieure plus large que l'inférieure et la débordant sous forme de couvercle ; bouche allongée, étroite et subquadrangulaire. — Angoulême, Montagant et Saint-Trojan.

*Rotella Michoni*, H. Coq.

Hauteur, 7 millim.; diamètre transversal, 11 millim.

Coquille orbiculaire, déprimée ; spire composée de tours convexes, séparés par des sutures terminées par un méplat marqué de stries longitudinales rapprochées et régulières. Ces stries, qui sont beaucoup moins saillantes à la partie supérieure, sont croisées par d'autres stries transversales, plus espacées, qui donnent à la coquille une structure treillissée ; callosité à peine indiquée ; bouche ovale. — Saint-Trojan.

*Turbo Nanclasi*, H. Coq.

Hauteur, 125 millim ; épaisseur, 94 millim.

Coquille épaisse, conique, formée de tours convexes un peu anguleux vers les deux tiers inférieurs, à cause de la présence d'un méplat saillant près de la suture, disposés légèrement en gradins les uns au-dessus des autres ; dernier tour fort grand, bouche large et arrondie. — Angoulême.

*Pleurotomaria Boreaui*, H. Coq.

Largeur, 85 millim.; hauteur, 40 millim.

Coquille plus large que haute, conique, déprimée ; spire régulière formée de tours étroits bicarénés ; la carène supérieure tranchante, la deuxième obtuse, courant sous forme de bourrelet séparé du tour contigu par une espèce de méplat ; l'intervalle

entre les deux carènes plan ou légèrement creusé en gorge de poulie; bouche déprimée, trapézoïdale; ombilic large. — Angoulême.

*Varigera carentonensis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 149, n° 84. — Charras.

*Pterodonta elongata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 316, pl. 218, fig. 2. — Angoulême, Bagnolet et Ile Madame.

— *inflata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 318, pl. 219. — Angoulême, Saint-Trojan, Ile d'Aix.

*Cerithium reflexilabrum*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 382. — Ile Madame.

*Stomatia aspera*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 237, pl. 188, fig. 4-7. — Environs de Cognac.

*Strombus inornatus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 214, pl. 214. — Angoulême, Saint-Trojan.

— *incertus*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 154, n° 175. — Sillac, près Angoulême.

*Pterocera Rochebruni*, H. Coq.

Coquille allongée, presque scalariforme; spire composée de tours arrondis, convexes, séparés par une suture très profonde; ouverture ovale, allongée, aboutissant à un canal en forme de rostre. — Sillac.

— *polycera*, d'Orb., *Terr. crét.*, t II, p. 310, pl. 217, fig. 1. — Angoulême, Ile Madame.

*Dentalium deforme*, Lam. — Angoulême, Châteauneuf.

*Acéphales.*

*Panopæa substriata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 157, n° 230. — Vouzan et Charras.

*Solen carentonensis*, H. Coq.

Longueur, 33 millim.; hauteur, 12 millim.

Coquille mince, allongée, très comprimée, inéquilatérale; côté antérieur court; côté postérieur allongé, arrondi à son extrémité; marquée de stries concentriques. — Sillac.

*Arcopagia discrepans*, d'Orb. — Sillac.

*Mytilus engolimensis*, H. Coq.

Longueur, 111 millim.; largeur, 54 millim.

Coquille oblongue, subtriangulaire, un peu renflée, cunéiforme, ornée d'une côte saillante en forme de carène; têt lisse sur la région palléale, marqué seulement de lignes régulières d'accroissement; le reste du têt compris entre les deux côtes, marqué de stries interrompues. — Angoulême.

— *interruptus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 278, pl. 341, fig. 6-8. — Châteaunenf.

— *inornatus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 277, pl. 341, fig. 3-5. — Châteauneuf.

*Mytilus subfalcatus*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 166, n° 412. — Angoulême.

— *ligeriensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 327, pl. 317, fig. 1-3 — Ile Madame.

*Lithodomus carentonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III. p. 293, pl. 345, fig. 1-3. — Saint-Trojan.

— *suborbicularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p 293, pl. 345, fig. 4-8. — Angoulême.

— *Coquandi*, Guéranger. — Châteauneuf, avec *Ostrea biauriculata*.

*Lima intermedia*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p 550, pl. 421, fig. 1-5. — Saint-Sulpice.

— *varusensis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 167, n° 442. — Nancras.

— *Boreani*, H. Coq.

Longueur, 30 millim.; largeur, 20 millim.

Coquille ovale-oblongue, transverse, moyennement comprimée; ornée d'un système de côtes rayonnantes, régulières, tranchantes; intervalles occupés par une seconde côte également tranchante, mais se soudant aux plus élevées vers le milieu de de la valve; côté antérieur légèrement tronqué, saillant au milieu : région postérieure très saillante, presque parallèle en dessus; oreillettes courtes, presque égales. — Montagant, en face de Jarnac.

— *simplex*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 545, pl. 448, fig. 5-6. — Sillac.

— *subconsobrina*, d'Orb., *Prod.*, t. II, p. 167, n° 439.

— *consobrina*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 556, pl. 422, fig. 4-7. — Sillac.

— *subabrupta*, d'Orb, *Prodr.*, t. II, p. 167, n° 441.

— *abrupta*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p 559, pl. 423, fig. 6-9. — Sillac.

— *cenomanensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t III, p. 542, pl. 421, fig. 11-15. — Sers.

— *ornata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 551, pl. 421, fig. 6-10. — Châteauneuf.

*Pecten elongatus*, Lam., *Anim. sans vert.*, t. VI, p. 181, n° 10. — Angoulême.

— *subacutus*, Lam., d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 615, pl. 435, fig. 5-10. — Port-des-Barques.

— *virgatus*, Nilss., *Petref. suec.*, p. 22, tab. IX, fig. 15. — Angoulême.

*Janira dilatata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 638, pl. 445, fig. 5-8. — Montagant.

— *phaseola*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 635, pl. 444, fig. 6-10. — Saint-Sulpice, Angoulême.

— *Fleuriausi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 631, pl. 443. — Angoulême, Saint Trojan, Saint-Sulpice, Montagant, Martron.

— *carentonensis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 170, n° 509. — Charras.

*Cyprina Neptuni*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 161, n° 313. — Ile Madame.

— *oblonga*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 105, pl. 277, fig. 1-4. — Bagnolet.

*Lucina Nereis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 162, n° 331. — Bagnolet.

*Aviciula anomala*, Sow., d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 478, pl. 392. — Angoulême.

*Cardium Carolinum*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 29, pl. 245. — Fouras, île d'Aix.

— *Guerangeri*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 27, pl. 243. — Ile Madame.

*Myoconcha cretacea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 260, pl. 335. — Châteauneuf, Angoulême, Ile Madame, Dordogne.

— *angulata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 261, pl. 336. — Châteauneuf.

*Isocardia carentonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 48, pl. 252, fig. 1-4. — Martron, près de Rochefort.

*Crassatella Guerangeri*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 76, pl. 265, fig 1 2. — Sillac.

— *vindinnensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 79, pl. 266, fig. 1-3. — Angoulême.

*Chama navis*, H. Coq.

*Requienia navis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 255, pl. 587 et 588. — Angoulême, Fléac, Nersac, Sers, Saint-Trojan, Ile Madame.

— *Delaruei*, H. Coq.

*Requienia Delaruena*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 256, pl. 589, fig. 1. — Ile Madame.

— *ornata*, H. Coq.

*Requienia ornata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 257, pl. 569, fig. 2-4. — Ile d'Aix.

— *lævigata*, H. Coq.

*Requienia lævigata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 258, pl. 590 et 591, fig. 1-3. — Angoulême, Fléac, Saint-Michel, Saint-Trojan, Ile d'Aix.

— *carentonensis*, H. Coq.

*Requienia carentonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 259, pl. 592. — Saint-Michel, près d'Angoulême.

— *rugosa*, H. Coq.

*Requienia rugosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 254, pl. 586. — Ile Madame.

*Spondylus hystrix?*, Goldf., d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 660, pl. 453. — Sillac.

*Arca Noueli*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 196, n° 133. — Angoulême.

— *ligeriensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. 327, pl. 317, fig. 1-3. — Montagant.

*Arca tailleburgensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 233, pl. 320. — Angoulême, Charras.

— *Guerangeri*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 228, pl. 318, fig. 1-2. — Sillac.

— *Archiaci*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 235, pl. 322. — Sillac.

*Trigonia scabra?*, Lam., d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 283, pl. 296. — Sillac.

— *sinuata*, Park., *Org. rem.*, III, tab. 12, fig. 13. — Bouthiers, Fouras.

— *Pyrrha*. d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 161, n° 326. — Châteauneuf.

— *Nereis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 162, n° 327. — Angoulême.

*Limopsis Guerangeri* (*Pectunculina*, d'Orb.), d'Orb., *Prodr.*, t. II. p. 163, n° 364. — Angoulême.

*Pinna Gallieni*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 253, pl. 234. — Angoulême.

*Inoceramus problematicus?*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 540, pl. 406. — Angoulême, Châteauneuf.

— *striatus?*, Mantell, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 508, pl. 405. — Angoulême.

— *sublabiatus*, H. Coq. — Angoulême, Châteauneuf.

*Ostrea columba*, Desh., *Encycl. méth.*, t. II, p. 302, n° 42. — Angoulême, la Couronne, Saint-Estèphe, Garat, Sers, Saint-Michel, Bagnolet, Châteauneuf, Anqueville, toujours au-dessus des bancs à *Caprina adversa*.

— *Reaumuri*. H. Coq.

(*O. columba*, *varietas minor*, Auct.)

Cette espèce, dont le sommet est strié et dont la taille est toujours petite, a été considérée comme étant une variété de l'*O. columba* jeune; mais cette opinion nous paraît erronée, parce que d'abord, outre des différences radicales, elle est constamment reléguée dans les bancs inférieurs de l'étage, sans qu'on puisse y rencontrer une seule *O. columba* adulte, et que, d'un autre côté, dans les bancs plus élevés où la véritable *O. columba* foisonne, on n'en trouve jamais aux sommets des valves striés, ni chez les individus jeunes ni chez les individus adultes. — Angoulême, Saint-Trojan, Montagant, Rochefort, Marennes, toujours dans les bancs à *Caprina adversa*.

— *pernoides*, H. Coq.

Coquille déprimée, très plate, subquadrangulaire, transverse, irrégulière. Valves égales, rugueuses, marquées à la partie inférieure de plis ondulés, peu apparents et écartés, tronqués carrément au sommet, et pourvus d'un élargissement auriforme qui donne à la coquille l'apparence d'une Perne. Fossette du ligament externe oblique et profonde. Intérieur des valves rugueux et bosselé. Région occupée par l'animal n'envahissant pas toute la surface interne de la coquille, mais un espace triangulaire qui se termine par une expansion dépourvue de têt vitreux. Impres-

sion musculaire ovale, saillante et subcentrale. — Angoulême, dans les argiles tégulines.

*Ostrea diluviana*, Linn., d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 728, pl. 480. — Angoulême.

— *hippopodium*, Nilss., *Petref. suec.*, p. 20, n° 4, pl. VII, fig. 1, d'Orb., *Terr. crét.*, pl. 481, fig. 4-6, *non* pl. 482. — Angoulême, Châteauneuf, dans les bancs à *Terebratella carentonensis*.

(M. d'Orbigny a évidemment confondu l'*O. hippopodium*, Nilss., avec l'*O. Talmontiana*, d'Archiac, qui est spéciale à la craie supérieure. Aussi, en la citant à la fois dans son étage turonien et dans son étage sénonien, il commet une double erreur; car il attribue les bancs à *O. hippopodium* à l'étage turonien et ceux de la *Terebratella carentonensis* à l'étage cénomanien. Or, ces fossiles se trouvent constamment ensemble.)

— *haliotidea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 724, pl. 478, fig. 1-4. — Environs de Cognac.

— *lingularis*, Lam. — Angoulême, Bouhiers, Montagant.

— *carentonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 713, pl. 478. — Saint-Trojan, Ile Madame.

— *flabella*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 717, pl. 475.

*Gryphæa plicata*, Lam. — Angoulême, Garat, Sers, Châteauneuf, Anqueville, Bagnolet, Saint-Estèphe, Roulet.

— *carinata*, Lam. *Ann. du Mus.*, t. 8, p. 166. — Angoulême, Bagnolet, Châteauneuf, Ile Madame.

— *biauriculata*, Lam., *Ann. du Mus.*, t. 8, p. 160, n° 4. — Angoulême, Garat, Châteauneuf, Soubise.

— *Lesueuri*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 171, n° 523.

*O. hippopodium*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 731, pl. 481, fig. 4-6. — Angoulême, Ile Madame, Nancras.

(L'*O. Lesueuri* nous paraît faire double emploi avec l'*O. hippopodium*, de Nilss. Cette dernière a été confondue par M. d'Orbigny avec l'*O. Talmontiana*, d'Archiac, qui appartient à l'étage campanien.)

— *lateralis*, Nilss. — Sillac.

— *Baylei*, Guéranger. — Angoulême, Châteauneuf.

*Rudistes.*

*Sphærulites triangularis*, Bayle.

*Radiolites triangularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 202, pl. 546. — Angoulême, Montagant, Ile d'Aix.

— *foliaceus*, Lam., *Anim. sans vert.*, t. VI, p. 232.—Bayle, *Bull. Soc. géol.*, t. XIII, p. 71, pl. 1. — Angoulême, Montagant, Saint-Trojan, Cherves, Ile d'Aix.

*Sphærulites Fleuriausi*, Bayle.

*Radiolites Fleuriausa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 204, pl. 348. — Angoulême, Montagant, Ile d'Aix.

— *Sharpei*, Bayle. — Angoulême, Nersac.

*Caprina polyconilites*, Bayle.

*Radiolites polyconilites*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 203, pl. 547. — Angoulême; Bagnolet, Garat, Sers, Saint-Trojan, Montagant, Ile d'Aix.

— *adversa*, d'Orb. (père), *Mém. du Mus.*, t. VIII, p. 106, pl. 111 fig. 1, 2, 3. — D'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 182, pl. 536 et 537. — Montagant, Sers, Saint-Trojan, Sireuil, Nersac. Montagant, Ile d'Aix.

— *quadripartita*, d'Orb., *Rev. Cuv.*, 1839, p. 169.

*Caprotina quadripartita*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 244, pl. 584; 585. — Angoulême, Montagant, Ile d'Aix.

— *striata*, d'Orb., *Rev. cuv.*, 1839, p. 169.

*C. semistriata*, d'Orb., *Loc. cit.*, p. 169.

*Caprotina striata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 244, pl. 593, fig. 2-6.

*C. semistriata*, d'Orb., *Loc. cit.*; pl. 594. — Angoulême, Montagant, Ile d'Aix.

— *costata*, d'Orb., *Rev. Cuv.*, 1839, p. 169.

*Caprotina costata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 242, pl. 591, fig. 4-10. — Angoulême, Montagant.

— *triangularis*, H. Cop.

*Ichthyosarcolites triangularis*, Desmarest, *Journ. de phys.* 1817, p. 9.

*Caprinella triangularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 192, pl. 542. — Angoulême, Montagant, Saint-Trojan, Ile Madame.

*Brachiopodes.*

*Rhynchonella Lamarckii*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 32, pl. 496, fig. 5-13. — Saint-Trojan, Ile d'Aix.

— *contorta*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 84, pl. 496, fig. 14-17. — Saint-Trojan, Port-des-Barques.

— *compressa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 85; pl. 497, fig. 1-6. — Saint-Sulpice, Ile d'Aix.

*Terebratula biplicata*, Defr., *Dict. des Sc. nat.*, t. 53, p. 151. D'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 95, pl. 511, fig. 9. — Angoulême, Saint-Trojan, Moulidards, Nersac.

— *phaseolina*, Lam. — Châteauneuf, dans les bancs à *T. carentonensis*.

*Terebratella Menardi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 118, pl. 517, fig. 1-15. — Angoulême, Saint-Sulpice, Champmillon.

— *carentonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 122, pl. 518, fig. 1-5. — Roulet, Port-des-Barques.

— *pectita?*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 120, pl. 517, f. 15-20. — Angoulême, Châteauneuf et Roulet.

*Bryozoaires.*

*Biflustra carentina*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 245, pl. 687, fig. 10-12. — Ile Madame.

*Membranipora cenomana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 544, pl. 606, fig. 7-8. — Ile Madame.

*Melicertites compressa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 620, pl. 736, fig. 17-19. — Ile Madame.

*Proboscina ramosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 851, pl. 632, fig. 1-3 et pl. 633, fig. 1-3. — Ile Madame.

*Entalophora carentina*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 784, pl. 753, fig. 16-18. — Ile Madame.

*Stomatopora reticulata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 841, pl. 630, fig. 1-4. — Ile Madame.

*Berenicea regularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 865, pl. 636, fig. 9-10, pl. 637, fig. 3-4. — Ile Madame.

*Unicavea subradiata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 972, pl. 642, fig. 4-6. — Ile Madame.

*Domopora clavula*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 989, pl. 647, fig. 1-11. Ile Madame.

*Radiopora pustulosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 992, pl. 649, fig. 1-4. — Ile Madame.

— *Huoti*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. 5, p. 993, pl. 650, fig. 1-5. — Ile Madame.

RAYONNÉS. — *Echinodermes.*

*Goniopygus Menardi*, Agass., *Monogr. des Salén.*, p. 22, t. XXIII, fig 29-36. — Ile d'Aix et Angoulême.

— *globosus*, Agass., *Loc. cit.*, p. 24, t. IV, fig. 9-16. — Ile d'Aix.

— *major*, Agass., *Loc. cit.*, p. 25, t. IV, fig. 17-22. — Angoulême, Port-des-Barques.

*Cottaldia granulosa*, Desor, *Synops.*, p. 114, t. XIX, fig. 1-3. — Ile d'Aix.

*Peltastes acanthodes*, Agass., *Mon. des Gal.*, p. 29, t. V, fig. 9-16. — Ile d'Aix.

*Salenia personata*, Agass., *Mon. des Gal.*, p. 9, t. I, fig. 1-8. — Angoulême.

*Pygaster truncatus*, Agass., *Mon. des Gal.*, p. 82, t. XI, fig. 8-10. — Châteauneuf, Ile d'Aix.

*Discoidea excisa*, Desor, *Catal. rais.*, p. 90. — Ile d'Aix.

*Anorthopygus costellatus*, Desor, *Synops.*, p. 188 *a*, tab. XXII, fig. 4. — Ile d'Aix.

*Caratomus faba*, Agass. — D'Orb. *Terr. crét.*, t. VI, p. 366, pl. 940. Ile d'Aix.

— *rostratus*, Agass. — D'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 367, pl. 941, fig. 1-5. — Fouras.

— *trigonopygus*, Agass., *Terr. crét.*, t. VI, p. 365, pl. 939. — Fouras.

— *latirostris*, Des. et Agass., *Catal.*, p. 93. — Fouras.

*Pygaulus subæqualis*, Agass. — D'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 358, pl. 986. — Montagant, Ile d'Aix.

— *macropygus*, Des. — D'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 387, pl. 985. — Fouras.

*Catopygus carinatus*, Agass., Des., *Synops.*, p. 283, t. XXXIV, fig. 1-4. — Fouras.

— *columbarius*, d'Arch., *Mém. Soc. géol.*, 2e série, t. II, tab. XIII, fig. 3. Sillac, Fouras.

— *obtusus*, Desor, *Synopsis*, p. 285. — Mantagant.

*Nucleolites similis*, d'Orb., *Terr. crét.*, pl. 558, fig. 1-4. — Montagant.

*Pygurus lampas*, Des., *Synops.*, p. 311.

*P. oviformis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 301, pl. 919. — Fouras.

*Archiacia santonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 287, pl. 912. — Rochefort et Fouras.

— *gigantea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 286, pl. 910 et 911. — Port-des-Barques.

— *sandalina*, Agass., d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 284, pl. 909, fig. 6-11. — Angoulême, Fouras et Charras.

*Micraster Michelini*, Agass., d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 205, pl. 866. — Thaims, Martrou.

*Holaster carinatus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 104, pl. 818. — Montagant, Ile d'Aix.

— *suborbicularis*, Agass., *Echin. suiss.*, I, p. 21 ; d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 93, pl. 814, fig. 6-7, et pl. 815. — Ile d'Aix.

— *cenomanensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 11, pl. 819, fig. 7-12. — Montagant.

*Hemiaster similis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 229, pl. 874. — Port-des-Barques.

— *Leymerii*, Desor, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 232, pl. 875. — Thaims, Pons.

— *nucleus*, Desor, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 240, pl. 876. — Thaims.

— *Verneuili*, Desor, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 235, pl. 878. — Thaims.

— *Orbignyi*, Desor, *Synops.*, p. 377. — Thaims.

*Periaster elatus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 270, pl. 897. — Montagant, Fouras, Charras.

— *undulatus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 272, pl. 898. — Fouras, Ile Madame.

— *conicus*, d'Orb, *Terr. crét.*, t. VI, p. 274, pl. 899. — Soubise.

*Zoophytes.*

*Ellipsosmilia cornu-copiæ*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 181, n° 687. — Ile d'Aix.

*Ellipsosmilia humilis*, d'Orb., *Prodr.*. t. II, p. 181, n° 688. — Ile d'Aix.

*Lasmophyllia pateriformis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 181, n° 690.
*Anthophyllum pateriforme*, Michel., *Iconog. zoophyt.*, pl. 50, fig. 3. — Angoulême, Ile d'Aix.

— *meandra*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 181, n° 691. — Ile d'Aix.

*Cœlosmilia sulcata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 181, n° 693.
*Anthophyllum sulcatum*, Mich., *Iconog. zooph.*, pl. 50, fig. 5. — Angoulême, Ile d'Aix.

*Funginella elegans*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 181, n° 697. — Ile d'Aix.

*Amblophyllia cretacea*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 699. — Ile d'Aix.

*Dactylosmilia carentonensis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 701. — Ile d'Aix.

*Barysmilia confusa*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 701. — Ile d'Aix.

*Cyclocœnia rustica*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 702. — Ile d'Aix.

*Cryptocœnia carantoniana*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 703. — Ile d'Aix.

— *Fleuriaui*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 704. — Ile d'Aix.

— *rustica*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 705. — Nancras.

*Stephanocœnia coniacensis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 706.— Environs de Cognac.

— *grandipora*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 707. — Ile d'Aix.

— *carantonensis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 709. — Ile d'Aix.

— *littoralis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 710. — Ile d'Aix.

— *Fleuriaui*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 711. — Ile d'Aix.

*Astrocœnia carentonensis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 714. — Saint-Trojan.

*Synastrea pinnata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 182, n° 715. — Ile Madame.

*Centrastrea cenomana*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 183, n° 719.
*Astrea agarieites*, Mich., *Icon. zooph.*, pl. 50, fig. 12. — Saint-Trojan, Ile Madame.

— *Michelini*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 183, n° 720.
*Astrea microxona*, Mich., *Icon. zooph.*, pl. 50, fig. 10. — Nersac, Fouras.

*Stellaria rustica*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 183, n° 721.— Ile d'Aix.

— *elegans*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 183, n° 722. — Ile d'Aix.

*Polytremacis bulbosa*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 183, n° 723. — Ile d'Aix.

*Dactylacis ramosa*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 183, n° 724. — Ile d'Aix.

*Amorphozoaires.*

*Hippalimus fungioides*, Lam., Mich., *Iconog. zooph.*, pl. 36, fig. 1. — Ile Madame.

*Stellispongia microstella*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 188, n° 791. — Ile Madame.

*Amorphospongia carentonensis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 188, n° 864. Ile d'Aix.

— *Gaudryi*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 188, n° 809. — Ile d'Aix.

— *digitata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 188, n° 805. — Ile Madame.

*Foraminifères.*

*Cyclolina cretacea*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 184, n° 742. — Ile Madame.

*Orbitolina plana*, d'Archiac, *Mém. Soc. géol.*, 1re série, t. II, p. 178. — Cherves, Angoulême.

— *mamillata*, d'Arch., *loc. cit.*, p. 178. — Cherves, Angoulême.

— *concava*, Lam., Michel., *Icon. zooph.*, p. 28, pl. 7, fig. 9.

*O. conica*, d'Archiac, *loc. cit.*, p. 178. — Fouras.

*Dentalina rustica*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 185, n° 746. — Ile Madame.

*Cristellaria carentina*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 185, n° 752. — Port-des-Barques.

*Lituola rugosa*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 185, n° 755. — Port-des-Barques.

*Alveolina cretacea*, d'Arch., *Mém. Soc. géol.*, 1re série, t. II, p. 191. — Angoulême, Saint-Trojan, Cherves, Montagant.

— *ovum*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 185, n° 757. — Saint-Sulpice et Cherves.

*Chrysalidina gradata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 185, n° 761. — Angoulême.

*Cuneolina pavonia*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 186, n° 762. — Ile Madame.

— *conica*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 186, n° 762. — Ile Madame.

— *Fleuriaui*, d'Orb., *Prodr.*, t II, p. 186, n° 763. — Ile Madame.

## 3e ÉTAGE ANGOUMIEN.

MOLLUSQUES. — *Céphalopodes.*

*Nautilus sublævigatus*, d'Orb., *Prodr.*, t. I, p. 188, n° 2.

*N. lævigatus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, pl. 17, p. 84. — Angoulême.

— *Sowerbyi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, pl. 17. — Châteauneuf.

*Ammonites Alphonsi*, H. Coq.

Hauteur, 190 millim.; largeur, 152 millim.; épaisseur, 100 millim.

Coquille subglobuleuse, ombiliquée, marquée dans le jeune

âge de côtes régulières qui passent sur le dos, devenant complétement lisse dans l'âge adulte. Dos large et arrondi. Spire presque embrassante, composée de tours convexes et peu apparents dans l'ombilic. Bouche plus large que haute, très déprimée, arrondie en avant, fortement échancrée par le retour de la spire.

Cette espèce, de la famille des *Macrocephali*, a été découverte par M. de Rochebrune sous Angoulême.

— *Bouçkeroni*, H. Coq.

Hauteur, 110 millim.; largeur, 100 millim.; épaisseur, 90 millim.

Coquille globuleuse, arrondie, presque aussi épaisse que large, sans ombilic apparent. Spire tout à fait embrassante, composée de tours convexes, arrondis, marquée de côtes assez épaisses, espacées, se réunissant en faisceaux près de l'ombilic et passant de l'autre côté du dos. Ces côtes s'alternent insensiblement, et disparaissent complétement vers la dernière loge dont la surface est lisse. Bouche plus large que haute, déprimée, arrondie en avant, échancrée en arrière par le retour de la spire. — Découverte sous Angoulême par M. de Rochebrune.

— *Geslini*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 146, n° 18.

*A. catillus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, p. 325, pl. 97, fig. 1 et 2. — Angoulême.

— *Requieni*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, p. 315, pl. 93. — Angoulême.

— *Rochebruni*, H. Coq.

Cette espèce varie notablement suivant l'âge.

*Jeune âge.* — Coquille discoïdale, ornée de deux rangées de tubercules obtus, très saillants : une disposée sur le pourtour extérieur, et la seconde autour de l'ombilic. Les tubercules sont alternes. Elle possède en outre, sur le dos, deux autres rangées parallèles de tubercules un peu allongés et de forme elliptique. Ces tubercules sont rangés sur la même ligne que les tubercules extérieurs, de manière que le dos de la coquille porte trois sillons intertuberculeux, le sillon dorsal étant plus profondément excavé que les deux latéraux. Les tubercules externes et dorsaux sont au nombre de 12 ou 13 par tour de spire. Ombilic très peu ouvert.

*Age adulte.* — Coquille discoïdale, présentant dans les deux premiers tours la disposition précédemment décrite; mais, à partir du deuxième tour, elle devient plus plate, l'ombilic plus large, et les tubercules du pourtour de l'ombilic et du côté externe de l'ombilic plus épais et plus rares, en même temps qu'ils deviennent plus gros, et prennent la forme de mamelons coniques, acuminés à leur sommet. Les tubercules dorsaux disparaissent complétement. Le dos devient alors convexe, étroit; seulement il s'élargit dans la région où il est dominé par les tubercules extérieurs, de sorte qu'il présente des renflements et des rétrécissements alternatifs. Bouche subquadrangulaire, à peine échan-

crée par le retour de la spire. Cette espèce remarquable a été découverte par M. de Rochebrune à Girac, près d'Angoulême, au-dessous des bancs à *Radiolites lumbricalis*.

L'École des Mines en possède un exemplaire recueilli à Saumur avec le *Radiolites cornu-pastoris*.

— *peramplus*, Mantell, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, p. 333, pl. 101, fig. 1-2. — Angoulême.

— *papalis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, p. 354, pl. 109, fig. 1-3. Angoulême.

— *Ganiveti*, H. Coq.

Hauteur, 120 millim.; épaisseur, 95 millim.

Coquille comprimée, tranchante à son pourtour, lisse sur les côtés, marquée par tour de onze grosses côtes saillantes, épaisses, en forme de jantes de roue, qui partent du pourtour de l'ombilic et viennent se perdre aux deux tiers de la coquille. Dos tranchant et très aigu. Spire embrassante, se composant de tours nombreux, triangulaires. Ombilic assez étroit. Bouche très comprimée, en fer de flèche très aigu en avant. — Girac, près Angoulême.

— *Trigeri*, H. Coq.

Hauteur, 144 millim.; largeur, 120 millim.

Coquille discoïdale, comprimée, lisse, sans ombilic apparent. Spire composée de tours embrassants, convexes. Bouche semi-lunaire, échancrée par le retour de la spire. Dos arrondi.—Girac.

— *Deveriæ*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, p. 356, pl. 110. — Angoulême.

*Gastéropodes.*

*Natica carentonensis*, H. Coq.

Hauteur, 50 millim.

Coquille oblongue, conique, lisse. Spire régulière, composée de tours arrondis, convexes, un peu saillants, en gradins, séparés par une suture profonde. Bouche ovale, arrondie en avant, très oblique de dehors en dedans. Ombilic étroit, arrondi et profond. — Angoulême.

*Pleurotomaria Gallieni*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 256, pl. 197. — Angoulême et Clergon.

— *Rochebruni*, H. Coq.

Hauteur, 33 millim.; largeur, 45 millim.

Coquille déprimée, large. Spire composée de tours convexes, dont le dernier est largement ombiliqué et infundibuliforme. Bouche ovale, un peu arrondie. Sinus faiblement indiqué, placé aux deux tiers supérieurs du dernier tour. — Angoulême.

*Pterodonta intermedia*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 349, pl. 220, fig. 1. — Angoulême.

*Cerithium Toucasi*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 230, n° 401. — Pons.

*Nerinea subæqualis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 93, pl. 162, fig. 5-6. — Pons.

*Acéphales.*

*Venus Noueli*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 195, n° 110. — Châteauneuf.
*Arca Noueli*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 196, n° 133. — Bagnolet.
*Cardium guttiferum*, Math., *Catal.*, p. 156, pl. 18, fig. 1-2. — Angoulême.
— *productum*, Sow., *Geol. Soc.*, pl. 39, fig. 15; d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 31, pl. 247.—Saint-Même et Parc de Cognac.
*Chama Archiaci*, d'Orb., sp.
*Requienia Archiacina*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 263, pl. 597. — Angoulême et Châteauneuf.

*Ostrea Rochebruni*, H. Coq.

Coquille inéquivalve, irrégulière, déprimée. Valve supérieure plane, très légèrement concave, lisse, coupée carrément du côté du ligament, et formant deux oreillettes à peu près égales, arrondies vers la région palléale. Valve inférieure adhérente par le sommet, bombée et gibbeuse; marquée de plis costulés, nombreux, profonds, irréguliers, ne remontant pas jusqu'au sommet de la coquille, mais s'arrêtant vers la surface adhérente qui est lisse et dont la largeur varie suivant les individus. Sommet aigu, mais engagé dans les expansions auriculaires qui ne le dépassent jamais, ce qui fait que la région cardinale est terminée par une ligne droite. Fossette du ligament médiane, profonde, courbée en forme de bec arqué, creusée de rides concentriques, et à laquelle aboutissent de chaque côté deux sillons parallèles à l'expansion des oreillettes. Impression musculaire ovale et profonde. — Chaumes de Crage près Angoulême et Châteauneuf.

*Rudistes.*

*Radiolites angulosus*, d'Orb., *Ann. sc. nat.*, t. XVII, p. 183, *Terr. crét.*, t. IV, p. 220, pl. 562, fig. 1-4.
*Radiolites irregularis*, d'Orb , *Terr. crét.*, t. IV, p. 221, pl. 562, fig. 5, 7.
*Biradiolites quadrata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 232, pl. 574, fig. 1-6.
*B. angulosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 233, pl. 574, fig. 7-11. — Angoulême, Pons, Rochebeaucourt, les Pyles.
— *lumbricalis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 214, pl. 555, fig. 4-7. — Angoulême, Châteauneuf, Sers, Pont de la Trache, Saint-Même, Pons.
— *cornu-pastoris*, Des Moul., sp., Bayle, *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XIII, p. 139, pl. 9.
*Biradiolites cornu-pastoris*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 231, pl. 573. — Angoulême, Châteauneuf, la Rochebeaucourt, les Pyles.

*Sphærulites ponsianus*, d'Arch., *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 182, pl. 11, fig. 6.

*Radiolites ponsiana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 210, pl. 552.

*R. Desmoulinsiana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 209, pl. 551, fig. 2, 3, 4. (*Exclus.*, fig. 1, 5, 6, 7.)

*R. Sauvagesii*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 211, pl. 553, fig. 1, 2, 3, 4, 7, 8. (*Exclus.*, fig. 5, 6.) — Angoulême, Châteauneuf, Pons.

— *Beaumonti*, Bayle, *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XIV, p. 694.

*Radiolites radiosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 242, pl. 554, fig. 5, 6, 7. (*Exclus.*, fig. 1, 2, 3, 4.) — Pons.

*Bryozoaires.*

*Cellarina turonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 183, pl. 679, fig. 9-11. — Angoulême.

*Fusicellaria pulchella*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 186, pl. 680, fig. 1-6. — Angoulême.

*Vincularia quadrilatera*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 189, pl. 681, fig. 1-3. — Angoulême.

— *ponsiana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 191, pl. 681, fig. 7-9. — Pons.

*Eschara echinata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 191, pl. 681, fig. 7-9. — Pons.

*Escharipora chrysalis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 228, pl. 686, fig. 6-8. — Pons.

*Biflustra inæqualis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 247, pl. 688, fig. 1-3. — Angoulême.

— *simplex*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 248, pl. 688, fig. 4-6. — Angoulême.

— *ogivalis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 249, pl. 688, fig. 13-15. — Angoulême.

— *ligeriensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 276, pl. 695, fig. 11-13. — Pons.

— *meudonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 263, pl. 692, fig. 4-6. — Pons.

— *heteropora*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 261, pl. 691, fig. 12-16. — Pons.

— *gracilis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 258, pl. 690, fig. 11-13. — Pons.

*Filiflustra compressa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 244, pl. 687, fig. 7-9. — Pons.

*Flustrella pulchella*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 284, pl. 697, fig. 1-4. — Pons.

— *regularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 287, pl. 698, fig. 1-4. — Pons.

— *irregularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 288, pl. 698, fig. 8-11. — Pons.

RAYONNÉS. — *Zoophytes.*

*Cyclolites elliptica*, Lam., *Anim. sans vert.*, II, p. 232.
*Fungia polymorpha*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. I, pl. 14, fig. 6. — Chez-Delaisse, Périgueux.

*Funginella hemisphærica*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 204, n° 240.
*Cyclolites hemisphærica*, Lam., *Anim. sans vert.*, II.
*Fungia corbierica*, Mich., *Icon. zooph.*, pl. 64, fig. 5.
*F. polymorpha*, Mich., *loc. cit.*, pl. 14, fig. 6 *e*, *f*. — Chez-Delaisse.

*Ellipsosmilia cuneolus*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 202, n° 243 *a*.
*Turbinolia cuneolus*, Mich., *Icon. zooph.*, pl. 66, fig. 2. — Chez-Delaisse.

— *carentonensis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 202, n° 244'. — Pons.

*Phyllocœnia pediculata*, Edw. et Haime, *Ann. sc. nat.*, X.
*Astrea pediculata*, Mich., *Icon. zooph.*, pl. 70, fig. 1. — — Chez-Pelletier. près de Châteauneuf.

*Astrocœnia formosa*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 205, n° 282.
*Astrea formosa*, Mich., *Icon. zooph.*, p. 300, pl. 74, fig. 5. — Chez-Delaisse.

*Astrea sulcato-lamellosa*, Mich., *Icon. zooph.*, p. 22, pl. 5, fig. 6. — Chez-Delaisse.

*Synastrea cistela*, Edw. et Haime, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 206, n° 306.
*Astrea agaricites*, Mich., *Icon. zooph.*, pl. 4, fig. 10. — Chez-Pelletier.

— *microxona*, Mich., sp.
*Astrea microxona*, Mich., *Icon. zooph.*, pl. 4, fig. 11. — Chez-Pelletier.

*Meandrina radiata*, Mich., *Icon. zooph.*, p. 294, pl. 68, fig. 3. — Chez-Pelletier.

*Polytrema Coquandi*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 209, n° 350. — *Chætetes Coquandi*, Mich., *Icon. zooph.*, p. 306, pl. 73, fig. 3. — Coteaux de Saint-Même.

## CRAIE SUPÉRIEURE.

### 1° ÉTAGE CONIACIEN.

VERTÉBRÉS. — *Reptiles.*

*Mosasaurus carentonensis*, H. Coq.

Les débris de ce reptile consistent en une dent bien conservée dont le diamètre à sa base est de 26 millim. Hauteur, 44 millim. La surface de la couronne est ornée de stries longitudinales, parallèles, de la grosseur d'un fil de soie très fin, beaucoup plus

nettement indiquées sur la face postérieure que sur l'antérieure. On observe sur celle-ci quelques sillons sous forme de cannelures irrégulièrement espacées qui manquent sur la première face. La dent est comprimée d'avant en arrière, et présente une arête tranchante à sa partie externe. Elle est pleine. Faubourg Saint-Jacques (Cognac).

*Poissons.*

*Orthodon Condamyi*, H. Coq.

Ce genre a les dents tricuspides comme le genre *Scyllodus*, Ag.; mais leur base est beaucoup plus étroite, et les deux dentelons latéraux sont bien moins écartés. La dent que nous possédons a pour longueur totale 60 millim., et pour largeur, à la base de la racine, 35 millim. Elle est pleine, droite, triangulaire, aiguë, tranchante; convexe sur sa face externe, légèrement aplatie dans sa région médiane; portant de chaque côté, vers sa base, deux dentelons de forme surbaissée, tranchante. Face interne plane, séparée en deux régions par un bourrelet médian peu saillant. Bords excessivement tranchants et accompagnés d'une légère rainure parallèle.

Cette dent, remarquable autant par sa forme que par sa conservation, et dont aucun genre connu de la famille des Squalides ne présente les particularités, a été découverte à Cognac par M. Condamy. Elle appartient à la division des Squales à dents lisses.

*Pycnodus coniacensis*, H. Coq.

M. Arnaud a découvert dans les calcaires de Saint-Martin de-Cognac une portion de mâchoire.

Les trois dernières dents de la rangée moyenne sont légèrement recourbées à leur partie antérieure et de forme un peu triangulaire. Les trois premières sont subrhomboïdales. Les dents des rangées internes et externes ont leur surface usée par le frottement.

*Articulés.*

*Crustacés.*

Les seuls débris que nous possédons consistent en de nombreuses pinces. — Cognac, Plassac, Maine-aux-Anges, Roncenac.

MOLLUSQUES. — *Céphalopodes.*

*Nautilus*. Espèce indéterminable. — Cognac.

*Ammonites Nouleti*, d'Orb. — Cagouillet, près Cognac et Malberchie.

*Gastéropodes.*

*Acteonella crassa*, d'Orb., *Terr. crét.*; t. II, p. 111, pl. 166. — Le Vivier, près Blanzaguet.

*Phasianella Rochebruni*, H. Coq.

Hauteur, 92 millim.; largeur du dernier tour, 35 millim.

Coquille allongée, conique, non ombiliquée. Spire composée de tours convexes, lisses, séparée par une surface profonde en forme de canal. Bouche ovale, comprimée. — Epagnec, à l'est d'Angoulême.

— *coniacensis*, H. Coq.

Hauteur, 60 millim.; largeur du dernier tour, 25 millim.

Coquille coniqué, non ombiliquée. Spire composée de tours réguliers, lisses, séparés par une suture profonde, canaliculée. Bouche ovale, comprimée. — Cognac et Épagnec.

*Acéphales.*

*Cyprina coniacensis*, H. Coq.

Hauteur, 78 millim.; largeur, 72 millim.

Coquille renflée, épaisse, inéquilatérale, de forme rhomboïdale, un peu plus haute que large. Côté antérieur court, légèrement excavé, oblique; côté postérieur long, oblique, arrondi à son extrémité. Crochets peu saillants, rapprochés. Impressions musculaires antérieures peu saillantes. Valves bombées. — Cognac.

*Cardium coniacum*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 28, pl. 244. — Cognac.

*Lima multicostata*, *Sein*, p. 28, pl. 8, fig. 3. — Cognac.

— *Bauga*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 248, n° 779. — Cognac.

— *coniacensis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 248, n° 780. — Cognac.

— *Rambaudi*, H. Coq.

Longueur, 35 millim.; diamètre transversal, 34 millim.

Coquille arrondie, trigone, fortement transverse, un peu renflée; ornée de côtes nombreuses, régulières, égales, droites, simples et anguleuses. — Cognac.

— *Trigeri*, H. Coq.

Longueur, 15 millim.; largeur, 12 millim.

Coquille ovale, légèrement oblique, un peu renflée; ornée de côtes simples, très régulières, peu saillantes, séparées par autant de sillons d'égale dimension, marquées de stries très fines, transversales. Côté antérieur tronqué; côté postérieur arrondi. — Cognac.

— *semisulcata*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, p. 90, pl. 104, fig. 3; d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 562, pl. 424, fig. 5-9. — Cognac.

*Janira decemcostata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 649, pl. 449, fig. 1-4. — Cognac et Plassac.

— *quadricostata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 644, pl. 447, fig. 1-7. — Cognac, Malberchie, Plassac.

*Pecten Marroti*, H. Coq.

Grande et belle espèce, ornée de beaucoup de côtes. — Périgueux. Collection de l'École des Mines.

*Arca sagittata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 231, pl. 319, fig. 12 — Cognac, Richemont, Périgueux, Roncenac.

*Trigonia longirostris*, d'Orb. — Cognac.

*Ostrea auricularis*, Brongn., sp.

*Gryphæa auricularis*, Brong., *Descr. env. Paris*, pl. N. fig. A, B; non *Exogyra auricularis*, Goldf.; non *Ostrea auricularis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 256, n° 931.

*Ostrea Matheroniana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 746, pl. 485, fig. 5 et 6 (*exclus*, 1, 2, 3, 4, 7).—Cognac, Javrezac, Saint-André, Douvesse, Plassac, Malberchie, Roncenac, Épagnac, Dordogne, Saintes.

— *coniacensis*, H. Coq.

Longueur, 58 millim.; largeur, 55 millim.; hauteur, 40 millim.

Coquille oblique, contournée, presque aussi large que longue, inéquivalve, épaisse. Valve inférieure très convexe, élevée, séparée en deux régions inégales par une carène obtuse, saillante. Le côté externe de la carène est labouré par six côtes inégales, irrégulières, larges, dont deux plus saillantes ; le côté opposé présente des plis très rapprochés au nombre de six, contigus, à surface lisse. Le sommet contourné à la manière des Exogyres.

Cette espèce a été confondue par les auteurs avec les *O. Matheroni* et *auricularis*. Elle se distingue de la première par une forme plus épatée, presque globuleuse, par l'irrégularité de ses côtes et par son sommet moins spiral. L'*O. auricularis* est plus contournée en demi-cercle, beaucoup moins épatée, plus régulière et à sommet plus obtus. Quoique comparativement assez rare, elle se trouve associée à l'*O. auricularis* dans les mêmes gisements.

— *Salignaci*, H. Coq.

Espèce rappelant par sa forme les *O. hippopodium* et *Talmontiana*, mais s'en distingue par plusieurs caractères spéciaux. — Cognac.

*Rudistes.*

*Sphærulites Coquandi*, Bayle, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XIV, p. 687.

*Radiolites sinuata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 227, pl. 570, fig. 5 (*exclus*, fig. 1, 2, 3, 4). — Plassac, Édon.

*Hippurites sarthacensis*, H. Coq.

Coquille conique, dilatée, un peu oblique, souvent agrégée ; ornée de stries longitudinales, régulières, fines, interrompues de distance en distance par des lignes d'accroissement très marquées, légèrement déprimées sur le côté externe. Valve operculaire inconnue. — Toutyfaut, à l'est d'Angoulême.

*Radiolites Mauldei*, H. Coq.

Espèce voisine du *R. Royanus*. — Toutyfaut.

*Brachiopodes.*

*Rhynchonella Baugasi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 43, pl. 498, fig. 10-13. — Cognac, Maine-aux-Anges, Roncenac, Plassac.

*Terebratula Arnaudi*, H. Coq.

Longueur, 40 millim.; largeur, 28 millim.

Coquille ovale-oblongue, allongée vers la région cardinale, se dilatant vers la région palléale où elle se montre tronquée, et pourvue en dessous de deux sillons peu prononcés, enserrant un espace plus plat, frangé à son extrémité par six plis denticulés, mais qui ne remontent guère au-dessus de la ligne terminale; ornée de stries rayonnantes très régulières, se transformant dans certains individus en petites côtes saillantes. Valve inférieure arquée régulièrement, à sommet légèrement recourbé et fortement tronqué. Région palléale creusée de deux dépressions peu excavées, larges, laissant entre elles un intervalle terminé par six plis contigus. Valve supérieure convexe, déprimée sur les côtes, occupée dans son milieu par une partie plus bombée qui correspond à la région excavée de la valve inférieure, et montrant en relief les six denticulations marquées en creux dans le côté opposé. Ouverture moyenne, ronde, munie d'un deltidium très étroit. Commissure des valves recourbée vers la région palléale où elle forme un M renversé très large. — Cognac, Maine-aux-Anges. Je l'ai également recueillie à Tours, dans les bancs à *Ostrea auricularis*.

BRYOZOAIRES.

*Ceriopora digitata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 278, n° 1326.

*Heteropora digitata*, Michel., *Icon. zooph.*, p. 124, pl. 34, fig. 14. — Cognac.

*Nota.* — L'étage coniacien contient une quantité très considérable de bryozoaires, qui jusqu'ici n'ont point été étudiés. Il n'y a qu'à examiner les pierres employées dans les constructions de Roncenac et que les injures du temps ont dégradées, pour s'assurer que ces animaux en constituent une grande portion.

RAYONNÉS. — *Échinodermes.*

*Phymosoma regulare*, Desor, *Synops.*, p. 89. — Cognac.

*Holectypus turonensis*, Desor, *Cat. rais.*, p. 88. — Cognac.

*Nucleopygus depressus*, Desor, *Synops.*, p. 189. — Cognac.

*Micraster consobrinus*, H. Coq.

Espèce voisine du *M. laxoporus*. — Cognac.

*Pentacrinus carinatus*, Rœm., *Nordd. Kreid*, p. 26, n° 1, pl. 6. — Cognac.

## 2° ÉTAGE SANTONIEN.

VERTÈBRES. — *Poissons.*

*Oxyrhina Arnaudi*, H. Coq.

Dent pleine, triangulaire, inclinée sur la gauche, finement

dentelée; convexe sur la face externe, plane sur la face opposée portant quelques plis irréguliers à la base de la couronne.

Largeur à la base, 35 millim.; hauteur, 28 millim.

Lavie, près Cognac, à la partie la plus élevée de l'étage.

*Lamma subulata*, Agas., *Pois. fos.*, vol. III, p. 296, pl. 77 a, fig. 5-7; Hébert, *Fossiles de la craie de Meudon* (*Mém. Soc. géol.*, t. V, p. 355, pl. 27, fig. 10). — Tout-Blanc, près de Cognac, à la partie la plus élevée de l'étage.

*Corax Boreaui*, H. Coq.

Dent triangulaire, régulière; dentelures fines et très régulières.

Longueur, 10 millim.; largeur, 6 millim. — Tout-Blanc.

*Enchodus Lowesiensis*, Mant., Hébert, *Loc. cit.*, pl. 27, fig. 3. — Tout-Blanc.

*Pycnodus parallelus*, Dixon., Héb., *Loc. cit.*, p. 352, pl. 27, fig. 6. — Tout-Blanc.

ARTICULÉS. — *Crustacés.*

Pinces à surface rugueuse, découvertes à Tout-Blanc, par M. Arnaud.

*Galeoria Arnaudi*, H. Coq.

Espèce composée de tubes très effilés. — Tout-Blanc.

MOLLUSQUES. — *Céphalopodes.*

*Ammonites Bourgeoisi*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 212, n° 212. — Malberchie, Plassac, Epagnac, Cognac, à la base de l'étage.

— *Orbignyi*, d'Archiac, *Ann. des Sc. géol.*, t. II; *Progrès de la géol.*, t. IV, p. 466. — Lavalette.

— *polyopsis*, Dujard., *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 232, pl. 17, fig. 12. — Cognac, Plassac, Epagnac et Malberchie, à la base de l'étage.

— *santonensis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 212, n° 18. — Plassac.

— *coniacensis*, H. Coq.

Hauteur, 65 millim.; diamètre transversal, 55 millim.

Coquille comprimée, assez largement ombiliquée, spire formée de tours convexes, ornée de côtes alternativement simples et bifides, chaque tour possède cinq rangées de tubercules; la première disposée autour de l'ombilic, deux médianes et deux près du pourtour externe; celle qui est la plus rapprochée du dos et qui termine les côtes est saillante. Dos caréné, carène tranchante logée entre deux sillons.

Cette espèce a été toujours confondue avec l'*A. varians*. — Cognac, Malberchie, Épagnac.

*Baculites incurvatus*, Dujard. — Épagnac, Malberchie.

*Scaphites constrictus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, p. 522, pl. 129, fig. 8-11. — Lavalette.

*Gastéropodes.*

*Éulima bulimoides*, H. Coq.

Longueur, 78 millim.; largeur du dernier tour, 29 millim.

Coquille allongée, lisse, épaisse; tours plans, à peine séparés par une légère suture. Bouche comprimée, assez étroite. — Lavalette.

*Acteonella involuta*, H. Coq.

Longueur, 62 millim.; largeur, 30 millim.

Coquille allongée, à bords presque parallèles, légèrement enflée au milieu, ressemblant au premier coup d'œil à une *Bula*. Spire entièrement embrassante, en rouleau, ombiliquée en avant et en arrière; bouche très étroite, arquée, à columelle marquée de trois plis qui se prolongent dans l'intérieur. — Cognac, Épagnac, Plassac, Malberchie.

*Turritella Bauga*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 45, pl. 152, fig. 3-5. — Cognac, Lavalette.

— *coniacensis*, H. Coq.

Longueur, 70 millim.: diamètre du dernier tour, 26 millim.

Coquille allongée, presque conique; spire composée de tours légèrement convexes, séparés par une suture bien prononcée et ornée de huit à neuf côtes transversales, bien distinctes, régulières et également espacées; bouche ronde. — Cognac.

— *umbilicata*, H. Coq.

Hauteur, 40 millim.; diamètre du dernier tour, 25 millim.

Coquille conique, turriculée; spire composée de tours étroits, rapprochés, peu renflés, lisses, séparés par une suture profonde; bouche quadrangulaire, déprimée, ombilic très évasé. — Épagnac.

— *Guilhoti*, H. Coq.

Longueur, 57 millim; diamètre du dernier tour, 33 millim.

Coquille conique, épaisse, non ombiliquée; spire composée de tours étroits, rapprochés, saillants, très convexes, disposés en vis d'Archimède; bouche presque carrée. — Environs de Segouzac et de Genté, dans la partie supérieure de l'étage.

— *Vignyi*, H. Coq.

Coquille conique, allongée; spire composée de tours convexes, nettement séparés sur la suture, ornée de six côtes transversales et peu saillantes, régulièrement espacées; bouche presque ronde. — Plassac, Épagnac.

*Scalaria carentonensis*, H. Coq.

Coquille conique, non ombiliquée, composée de tours convexes légèrement renflés vers la suture qui est profonde; bouche arrondie.

Un fragment du têt adhérent au moule, montre que la coquille était ornée de côtes peu élevées et peu espacées entre elles. — Épagnac.

*Scalaria Boucheroni*, H. Coq.

Longueur, 40 millim.; largeur du dernier tour, 21 millim.

Coquille conique, non ombiliquée; tours très convexes, séparés par une suture profonde; bouche arrondie. — Lavalette.

*Nerinea Arnaudi*, H. Coq.

Coquille conique, ombiliquée; spire composée de tours étroits, rapprochés, séparés par une suture ou excavation à peine indiquée; la partie supérieure du double plus large que l'autre. Chaque tour est orné de tubercules peu saillants, régulièrement espacés et de stries fines longitudinales. — Épagnac.

— *analogua*, H. Coq.

Coquille allongée, cylindrique, non ombiliquée; spire formée de tours étroits, rapprochés, séparés par une suture profonde; chaque tour est divisé en deux parties inégales par une excavation profonde; la supérieure arrondie, plus étroite que l'inférieure qui est plate; bouche subquadrangulaire. — Epagnac.

*Bulla santonensis*, d'Orb., *Prod.*, t. II, p. 233, n° 450. — Saintes.

*Globiconcha intermedia*, H. Coq.

Hauteur, 35 millim.; largeur, 35 millim.

Coquille aussi haute que large, lisse; spire à peine saillante, composée de tours réguliers, apparents, dont le dernier est très ample; bouche en croissant, dilatée dans la partie supérieure et aboutissant à un sinus formé par la columelle. — Epagnac, Malberchie.

*Turbo Rochebruni*, H. Coq.

Hauteur, 52 millim.; largeur 59 millim.

Coquille plus large que haute, conique; spire composée de tours très convexes, ornée en long de côtes peu saillantes, très rapprochées, régulières; bouche arrondie. — Épagnac, Cognac, Charmant, Malberchie, Plassac.

— *nodoso-costatus*, H. Coq.

Coquille un peu plus haute que large, conique; spire composée de tours convexes, ornée au long de quatre côtes distinctes, portant de distance en distance des tubercules saillants et obtus. Ces tubercules sont plus proéminents sur la côte inférieure qui est à peine indiquée, ils vont en diminuant progressivement de grosseur sur les côtes supérieures et ils s'effacent presque entièrement sur les dernières. — Lavalette.

*Delphinula scalaris*, H. Coq.

Largeur, 80 millim ; hauteur, 35 millim.

Coquille déprimée, formée de tours convexes, presque cylindriques, non contiguë et disposée en corne de bélier; le dernier tour est très convexe et très largement ombiliqué; bouche oblique, ovale. — Cognac.

*Turbo coniacensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 229, pl. 186 *bis*. — Cognac.

*Pleurotomaria Raulini*, H. Coq.

Hauteur, 80 millim.; largeur, 126 millim.

Coquille plus large que haute, déprimée; spire formée de tours convexes, presque cylindriques, lisses, séparée par une suture; le dernier tour convexe en dessus est assez largement ombiliqué; bouche oblongue, ovale. — Segonzac (partie supérieure de l'étage).

— *Arnaudi*, H. Coq.

Hauteur, 20 millim.; largeur, 35 millim.

Coquille plus large que haute, très déprimée; spire composée de tours assez étroits, ornée de stries fines longitudinales, séparées en deux régions égales par le sinus qui est saillant et semble dessiner une carène médiane; partie inférieure convexe; partie supérieure évidée et pourvue à son extrémité d'une carène aiguë et tranchante; chaque tour est séparé par une suture en forme de gorge de poulie; bouche très déprimée, subrhomboïdale, anguleuse extérieurement. — Tout-Blanc (partie supérieure de l'étage).

— *coniacensis*, H. Coq.

Largeur, 112 millim.; hauteur, 100 millim.

Coquille un peu plus large que haute, conique; spire composée de tours larges presque planes, légèrement convexes, légèrement anguleux sur le côté, séparée par une suture prononcée, marquée d'une côte unique auprès de la suture, lisse sur tout le reste; le dernier tour est convexe en dessus et creusé par un ombilic étroit; bande du sinus étroite, placée au milieu de la hauteur du tour et formant un bourrelet saillant. — Cognac, dans les bancs à *Micraster brevis*.

— *santonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 258, pl. 198. — Tout-Blanc, Louzac, Montmoreau, Eraville, Malberchie, Saintes, Dordogne.

— *secans*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 261, pl. 200, fig. 1-4. — Cognac, Saint-Laurent, Malberchie.

— *Fleuriausi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 265, pl. 201, fig. 5-6. — Segonzac.

— *distincta*, Duj., *Mém. Soc. géol.*, 1re série, t. II, pl. 17, fig. 6 *a*, *b*. — Malberchie.

— *turbinoides*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 270, pl. 204. — Malberchie.

*Conus tuberculatus*, Dujard., *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 232, pl. 17, fig. 11. — D'Orb., *Terr. crét.*, t. II, pl. 220, fig. 2. — Lavalette.

*Pterodonta obesa*, H. Coq.

Hauteur, 75 millim.; largeur du dernier tour, 57 millim.

Coquille ovoïde, en forme de toupie, épaisse; tours étroits,

rapprochés, convexes, le dernier plus large que les autres ensemble; bouche semi-lunaire. — Lavalette.

*Acéphales.*

*Pholadomya Esmarkii*, Goldf., *Petr. Germ.*, t. II, p. 272, pl. 157, fig. 10.

*P. carentoniana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 157, pl. 365, fig. 1-2. — Cognac.

*Lyonsia Condamyi*, H. Coq.

Longueur, 64 millim.; largeur 32 millim.

Coquille lisse, allongée, comprimée, inéquilatérale; côté antérieur court, arrondi; côté postérieur allongé, tronqué obliquement à son extrémité et caréné à sa jonction avec le côté palléal; valves inégales, la gauche plus bombée. — Épagnac et Malberchie, à la base de l'étage.

— *inornata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 234, n° 482. — Cognac.

*Anatina Nadclasi*, H. Coq.

Longueur, 90 millim.; largeur, 52 millim.

Coquille allongée, comprimée, presque équilatérale, marquée sur chaque flanc d'un sillon transverse vers lequel se terminent brusquement les plis concentriques qui partent de la région antérieure. — Lavalette.

*Capsa discrepans*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 124, pl. 384, fig. 5-6. — Montignac.

*Arcopagia Michelini*, H. Coq.

Largeur, 38 millim.; hauteur, 29 millim.

Coquille ovale, comprimée, marquée de stries concentriques, fines et régulières; on remarque à la région postérieure une quinzaine de stries ou côtes rayonnantes un peu flexueuses. — Lavalette.

*Venus uniformis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 236, n° 524.

*Cytherea uniformis*, Dujard., *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 223, pl. 15, fig. 5.

*Venus caperata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 146, pl. 385, fig. 9-10. — Épagnac, Cognac.

— *subplana*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 237, n° 525.

*V. plana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, pl. 386, fig. 1-3 — Cognac, Malberchie.

*Opis Truellei*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 56, pl. 255. — Saintes et Lavalette.

*Lucina Michelini*, H. Coq.

Hauteur, 34 millim.; largeur, 34 millim.

Coquille aussi large que haute, arrondie, ornée de côtes concentriques inégales, séparées par des sillons un peu plus larges,

marqués les uns et les autres de stries fines, concentriques et régulières. — Épagnac.

*Lucina campaniensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, pl. 283, fig. 11. — Salles, Saintes.

*Mytilus divaricatus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 275, pl. 340, fig. 3-4. — Salles, Essardes, Tout-Blanc, Lavalette, Périgord, Royan.

— *Marroti*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 246, n° 729. — Périgueux.

*Lithodomus contortus*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 247, n° 752.

*Modiola contorta*, Duj., *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 225, pl. 15, fig. 12. — Malberchie.

*Lima maxima*, d'Archiac, *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 187, pl. 13, fig. 13. — Croins, Pont-à-brac, Lavalette, Riberac.

— *Rochebruni*, H. Coq.

Longueur, 25 millim.; largeur, 19 millim.

Coquille oblongue, transverse; comprimée, ornée de côtes rayonnantes, nombreuses, régulières et séparées par un sillon d'égale dimension; côté postérieur arrondi; région antérieure basse et droite; on observe quelques lignes concentriques d'accroissement. — Segonzac.

— *Arnaudi*, H. Coq.

Longueur, 36 millim.; largeur, 23 millim.

Coquille très déprimée, allongée dans son ensemble, arrondie vers la région palléale, rétrécie vers la région cardinale; test mince; valves presque planes, légèrement convexes, ornées de côtes longitudinales simples, régulières, très rapprochées, un peu flexueuses, séparées par des sillons égaux. — Merpins.

*Cardium Rochebruni*, H. Coq.

Coquille plus longue que large, épaisse, allongée du côté des crochets, arrondie partout ailleurs, presque équilatérale; moule lisse, ne présentant point l'empreinte de côtes ni d'autres ornements; les côtés antérieur et postérieur presque égaux; ce qui donne à la coquille une forme presque régulière et symétrique; région palléale arrondie, la partie postérieure étant cependant un peu plus dilatée que l'autre; charnière épaisse, marquée de dents et de fossettes; sommités saillantes; impressions musculaires très distinctes du côté buccal. — Epagnac.

*Spondylus truncatus*, Goldf., d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 668 pl. 459. — Cognac, Malberchie.

— *spinosus*, Desh. — Segonzac.

— *hippuritum?*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 664, pl. 455. — Cognac, Javresac, Épagnac.

— *carentonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 665, pl. 456, fig. 6. — Saint-Laurent, Merpins, Malberchie.

— *santonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 666, pl. 457. — Saint-Laurent, Merpins, Malberchie, Cognac, Saintes.

*Spondylus globulosus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 667, pl. 458.— Merpins, Saintes.

*Janira quadricostata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 644, pl. 447. fig. 1-7. — Merpins, Segonzac, Malberchie, Épagnac.

— *Truellei*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 647, pl. 448, fig. 1-4. — Épagnac, Malberchie, Cognac

— *striato-costata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 650, pl. 449. fig. 5-9. — Épagnac, Cognac.

*Pecten Dujardini*, Rœmer. — Cognac, Saintes.

*Trigonia limbata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 156, pl. 298. — Épagnac, Malberchie, Douvesse, Cognac, Plassac.

— *disparilis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, pl. 299, fig. 3-4. — Épagnac.

*Arca santonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 236, pl. 323. — Cognac, Saintes, Montignac.

*Inoceramus chamæformis*, H. Coq.

Longueur, 115 millim.; largeur, 65 millim.

Coquille irrégulière, semi-lunaire; les deux valves disposées comme dans une Exogyre, c'est-à-dire terminées par un crochet vers la région cardinale. Valve inférieure développée suivant une surface plane, crochet recourbé dans le plan de développement; ornée de stries longitudinales très fines et très régulières, disparaissant vers le milieu de la coquille. Valve supérieure operculaire, ornée de stries longitudinales très fines, montrant de distance en distance et d'une manière régulière des lignes d'accroissement; sillonnée en travers de rides froncées et irrégulières. Tèt mince.

Segonzac (partie supérieure de l'étage).

— *mytiloides*, Mantell, Saintes.

— *labiatus* (1). — Épagnac, Malberchie, Cognac.

*Ostrea turoniensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 478, pl. 479. — Tout-Blanc, Château-Bernard, la Chartrie, Lavallette.

— *proboscidea*, d'Archiac, *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 184, pl. 11, fig. 9. — Cognac, Malberchie, Charmant, Saintes.

— *spinosa*, H. Coq.

---

(1) C'est à tort, suivant nous, qu'on a assimilé les couches à Inocérames de Sainte-Catherine avec les bancs qui, dans la Sarthe, la Touraine et les deux Charentes, renferment la *Terebratella carentonensis*, et les Inocérames désignés sous les noms de *problematicus*, de *mytiloides* et de *labiatus*. Ces derniers bancs font incontestablement partie de notre étage carentonien, tandis que l'*I. labiatus* de Brongniart occupe un niveau plus élevé, et est associé à Rouen avec des espèces de la craie marneuse qui correspond à nôtre étage santonien. On voit, d'après cela, que dans la montagne de Sainte-Catherine, la craie n'est représentée que par deux étages, qui sont l'étage rothomagien avec Scaphites, et l'étage santonien avec *Inoceramus labiatus*, *Galerites vulgaris*, etc.

*O. Matheroniana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 737, pl. 485. — Cognac, Malberchie, Merpins, Saintes.

*Exogyra spinosa*, Math., *Catal.*, p. 192, pl. 32, fig. 6, 7.

*Ostrea frons*, Parkinson. — Tout-Blanc, Créteuil, Malberchie, Saint-Séverin, Saintes.

— *santonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, pl. 484. — Tout-Blanc, Raffinie, Saint-Séverin, Saintes.

— *talmontiana*, d'Archiac. — Tout-Blanc, Lavalette, Bonneuil, Saint-Laurent.

*Rudistes.*

*Hippurites Arnaudi*, H. Coq.

Longueur, 110 millim.; diamètre, 60 millim.

Coquille allongée, régulièrement conique, presque toujours agrégée. Valve inférieure variable dans sa forme, présentant deux larges sillons peu profonds, dans lesquels s'infléchissent les lames d'accroissement ; ornée de stries très fines, longitudinales, qui se croisent avec les lignes d'accroissement et donnent à la surface une structure réticulée. Valve supérieure légèrement concave, dépourvue des ornements de la valve inférieure. Sommet subcentral. Canaux profonds, dichotomes, très rapprochés. Surface extérieure perforée. Charnière inconnue.

Cette remarquable espèce diffère de toutes les Hippurites connues : 1° par l'absence d'oscules ; 2° par la largeur des sillons externes correspondant aux piliers ; 3° par la minceur de son têt ; 4° enfin par la finesse des stries qui ornent la valve inférieure. — Tout-Blanc et Lavalette, Dordogne.

*Brachiopodes.*

*Rhynchonella vespertilio*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 44, pl. 499, fig. 1-7. — Plassac, Cugnac, Malberchie, Épagnac, Saintes.

— *Eudesii*, H. Coq.

Largeur, 32 millim.; hauteur, 26 millim.

Coquille renflée, plus large que haute, triangulaire ; ornée de 48 côtes rayonnantes, saillantes ; séparée par des sillons égaux, se prolongeant jusqu'au sommet des valves. Valve supérieure légèrement convexe, à crochet court et recourbé, un peu relevée sur les côtés, mais assez fortement déprimée au milieu, où le bord projeté vers le bas renferme de 8 à 10 plis. Valve supérieure bombée, élevée à la partie centrale. Commissure palléale horizontale sur les côtés, abaissée obliquement au milieu. — Malberchie, Cognac, Épagnac, Douvesse.

— *difformis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 41, pl. 498, fig. 6-9. — Malberchie, Charmant.

*Terebratula Nanclusi*, H. Coq.

Hauteur, 30 millim.; largeur, 25 millim.

Coquille presque ovale, plus haute que large, complétement lisse, s'allongeant insensiblement vers la région cardinale, tron-

quée sur la région palléale. Valve supérieure plus longue que l'autre, arquée, recourbée au crochet; celui-ci nettement séparé de la valve ventrale. Côtés arrondis, se dilatant vers la région palléale. Valve inférieure bombée vers la région du crochet, creusée de chaque côté et à partir du milieu de la valve par un sinus large, dominé par une saillie sous forme de méplat qui correspond au sinus de la valve opposée. Ouverture moyenne, ronde. — Malberchie, Cognac, Épagnac.

*Terebratella coniacensis*, H. Coq.

Hauteur, 45 millim.; longueur, 31 millim.

Coquille de forme ovale, un peu allongée, complétement lisse. Valve supérieure légèrement arquée, recourbée au crochet, portant à son extrémité inférieure deux dépressions larges. Partie médiane coupée presque carrément. Valve inférieure convexe, bombée vers la région du crochet, déprimée à l'extrémité opposée. Partie centrale dessinant une saillie sous forme de méplat assez prononcé. Ouverture ronde. Commissure faiblement ondulée vers l'extrémité de la région palléale et indiquant les deux angles formés par les plis des valves. — Plassac, Cognac, Malberchie, Saint-Séverin, Douvesse, Maixe, Dordogne.

— *Fajoli*, H. Coq.

Hauteur, 31 millim.; largeur, 22 millim.

Coquille de forme ovale, plus longue que large, finement réticulée. Les réticulations consistent en deux systèmes de stries croisées : les unes concentriques, très serrées; les autres rayonnantes, partant du sommet et plus visibles que les premières, surtout vers le pourtour extérieur des valves. Valve supérieure convexe, légèrement arquée au sommet. Valve inférieure bombée, avec deux dépressions latérales séparées par une saillie sous forme de méplat correspondant à un sinus dans la valve opposée. Ouverture grande, ronde. — Montmoreau (partie supérieure de l'étage).

*Terebratula echinulata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, pl. 503, fig. 7-11. — Cognac et Saintes.

— *semiglobosa*, Sow. — Tout-Blanc.

*Bryozoaires.*

*Eschara Acis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, pl. 662, fig. 10-12, pl. 676, fig. 1-5, p. 111. — Les Rousselières.

— *Aegle*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 664, fig. 5-7, p. 121. — Saintes.

— *Aegon*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 122, pl. 664, fig. 8-10. — Saintes.

— *amata*, d'Otb., *Terr. crét.*, t. V, p. 126, pl. 665, fig. 14-17. — Saintes.

— *Cypræa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 128, pl. 675, fig. 1-3. — Saintes.

*Eschara Cytherea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 159, pl. 675, fig. 4-6. — Saintes.

— *Aegea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 117, pl. 663, fig. 5-7. — Merpins.

— *Agata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 123, pl. 664, fig. 11-14. — Rousselières.

— *Claudia*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 146, pl. 674, fig. 5-7; pl. 675, fig. 14-16. — Merpins.

— *Electra*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 171, pl. 678; fig. 4-6. — Rousselières.

*Quadricellaria elegans*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 33, pl. 652, fig. 1-5. — Saintes.

— *pulchella*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 35, pl. 652, fig. 14-17. — Saintes.

*Vincularia multicella*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 70, pl. 665, fig. 4-6. — Merpins.

— *santonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 73, pl. 656, fig. 1-3. — Merpins et Rousselières.

— *perforata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 82, pl. 658, fig. 4-6. — Saintes.

— *peregrina*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 196, pl. 682, fig. 13-15. — Saintes.

— *longicella*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 194, pl. 682, fig. 4-6. — Saintes.

*Escharipora insignis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 231, pl. 687, fig. 1-3. — Rousselières.

*Biflustra tuberculata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 269, pl. 693, fig. 13-15. — Rousselières.

— *meandrina*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 275, pl. 695, fig. 7-10. — Rousselières.

— *variabilis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 253, pl. 689, fig. 5-8. — Saintes.

— *æqualis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 254, pl. 689, fig. 9-14. — Saintes.

— *allita*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 266, pl. 665, fig. 11-13. — Saintes.

— *bimarginata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 267, pl. 673, fig. 4-6. — Saintes.

— *grandis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 273, pl. 694, fig. 16-18. — Saintes.

— *lacrymopora*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 274, pl. 695, fig. 1-3. — Saintes.

— *cyclopora*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 277, pl. 695, fig. 14-16. — Saintes.

— *marginata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 277, pl. 696, fig. 1-4. — Saintes.

*Flustrella frondosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 285, pl. 697, fig. 9-12. — Rousselières.

*Flustrella subcylindrica*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 291, pl. 699, fig. 7-9. — Saintes.

— *echinata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 292, pl. 699, fig. 10-13. — Saintes.

— *rhomboidalis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 294, pl. 699, fig. 17-19. — Saintes.

— *terminalis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 295, pl. 700. fig. 1-4 — Saintes.

*Flustrina constricta*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 304, pl. 701, fig. 5-7. — Rousselières.

— *spatulata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 308, pl. 703, fig. 10-12. — Rousselières.

*Lunulites Bourgeoisi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 348, pl. 600, fig. 1-3; pl. 704, fig. 1. — Merpins.

— *cretacea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 349, pl. 704, fig. 2-6. — Merpins.

— *plana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 354, pl. 706, fig. 1-4. — Rousselières.

*Reptolunulites angulosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 357, pl. 707, fig. 1-2. — Saintes.

*Pavolunulites elegans*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 359, pl. 706, fig. 5-8. — Saintes.

*Semieschara grandis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 368, pl. 601, fig. 10-13. — Rousselières.

— *arborea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 378, pl. 7-10, fig. 1-5. — Rousselières.

— *dentata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 381, pl. 710, fig. 18-21. — Merpins.

*Cellepora parisiensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 409, pl. 606, fig. 12; pl. 712, fig. 13-14. — Merpins.

— *Vesta*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 415, pl. 713, fig. 8-9. — Merpins.

— *Clio*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 410, pl. 712, fig 7-8. — Saintes.

— *Thisbe*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 416, pl. 713, fig. 12-13. — Saintes.

*Porina filigrana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V. p. 435, pl. 626, fig. 5-10. — Rousselières.

*Reptescharella inæqualis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 467, pl. 716, fig. 1-3. — Saintes.

— *radiata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 468, pl. 716, fig. 4-6. — Saintes.

*Semieschariporа interrupta*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 487, pl. 719, fig. 5-8. — Saintes.

— *irregularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 483, pl. 719, fig. 9-12. — Saintes.

*Steginopora irregularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 500, pl. 720, fig. 16-19. — Saintes.

*Flusirellaria cretacea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 519, pl. 724, fig. 5-8. — Saintes.

— *oblonga*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 530, pl. 726, fig. 22-25. — Saintes.

— *bipunctata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 531, pl. 727, fig. 1-4. — Saintes.

— *tubulosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 532, pl. 727, fig. 9-10. — Saintes.

— *santonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 535, pl. 727, fig. 23-26. — Saintes.

— *inornata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 536, pl. 728, fig. 5-8. — Rousseliéres.

*Membranipora Franqana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 551, pl. 729, fig. 1-2. — Merpins.

— *gracilis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 549, pl. 607, fig. 3-4. — Merpins.

— *ligeriensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p, 550, pl. 607, fig. 5-6. — Merpins.

— *normaniana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 550, pl. 607. fig. 9-10. — Saintes.

— *cypris*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 551, pl. 607, fig. 11-12. — Saintes.

— *concatenata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 553, pl. 720, fig. 5-6. — Saintes.

— *rhomboidalis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 554, pl. 729, fig. 9-10. — Saintes.

— *marginata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 555, pl. 729, fig. 13-14. — Saintes.

— *strangulata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 556, pl. 729, fig. 1-4. — Saintes.

*Filiflustrella lateralis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 562, pl. 730, fig. 1-4. — Saintes.

*Reptoflustrina simplex*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 583, pl. 734, fig. 1-2. — Saintes.

— *tubulosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 584, pl. 734, fig. 3-5. — Saintes.

*Nodelea semi-luna*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 611, pl. 735, fig. 9-11. — Merpins.

*Multinodelea tuberosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 615, pl. 736, fig. 9-15. — Merpins.

*Melicostites Meudonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 622, pl. 623, fig. 8-10. — Merpins.

*Elea lamellosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 632, pl. 625, fig. 11-15. — Merpins.

*Multelea magnifica*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 649, pl. 740. — Merpins.

*Semielea plana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 638, pl. 738, fig. 12-14. — Saintes.

*Semimultelea arborescens*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 652, pl. 638 fig. 1-5, et pl. 744, fig. 5. — Saintes.

*Loricula spinosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 659, pl. 742, fig. 6-8. — Rousselières.

— *aspera*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 659, pl. 742, fig. 1-5. — Saintes.

*Filifascigera dichotoma*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 685, pl. 774. fig. 1-3. — Saintes.

*Reptofascigera alternata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 686, pl. 744. fig. 4-6. — Saintes.

*Fasciporina fluxuosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 695, pl. 744. fig. 16-17. — Saintes.

*Reripora ligeriensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 704, pl. 646, fig. 9-11 ; pl. 745, fig. 11-13. — Saintes.

*Spiripora antiqua*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 710, pl. 645, fig. 10-18, et pl. 745, fig. 14-19. — Merpins.

*Laterotubigera macroporu*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 718, pl. 754. fig. 5-7. — Merpins.

— *transversa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 717, pl. 622, fig. 8-10. — Saintes.

— *annulato-spiralis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 718, pl. 754, fig. 8-11. — Saintes.

*Clavitubigera convexa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 725, pl. 746, fig. 12-15. — Merpins.

— *angustata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 726, pl. 746, fig. 16-20. — Saintes.

*Idmonea excavata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t V, p. 742, pl. 749, fig. 11-15. — Merpins.

— *communis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 745, pl. 750, fig. 6-10. — Merpins.

— *grandis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 743, pl. 749, fig. 16-19. — Saintes.

— *marginata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 744, pl. 749, fig. 20-23. — Saintes.

*Semi-latorotubigera annulata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 750, pl. 762, fiv. 13-15. — Merpins.

*Reptotubigera ramosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 754, pl. 751, fig. 1-3. — Merpins.

— *elevata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 755, pl. 760, fig. 1-3. — Rousselières.

— *marginata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 753, pl. 750, fig. 19-21. — Saintes.

*Radiotubigera organisans*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 757, pl. 646, fig. 9-13. — Saintes.

*Discotubigera santonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 758, pl. 751, fig. 12-16. — Saintes.

*Unitubigera papyracea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 761, pl. 643, fig. 12-14. — Saintes.

*Actinopora Gaudryi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 765, pl. 644, fig. 1-15; pl. 752, fig. 1-3. — Merpins.

*Entalophora raripora*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 787, pl. 621, fig. 1-3; pl. 623, fig. 15-17. — Merpins.

— *linearis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 792, pl. 622, fig. 5-7. — Saintes.

— *subregularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 790, pl. 621, fig. 16-18; pl. 622, fig. 15-17. — Merpins.

— *pustulosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 785, pl. 755, fig. 1-8. — Merpins.

*Mesinteriopora auricularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 810, pl. 626, fig. 1-4. — Rousselières.

*Discoparsa clypeiformis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 824, pl. 758, fig. 6-9. — Saintes.

*Diastopora papyracea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 830, pl. 758, fig. 14-16. — Saintes.

— *tubulosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 829, pl. 641, fig. 9-10; pl. 758, fig. 13. — Merpins.

*Stomatopora ramea*, Bronn, d'Orb., *Terr. crét.* t. V, p. 842, pl. 630, fig. 9-12. — Merpins.

— *calypso*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 841, pl. 630, fig. 5-8. — Saintes.

*Proboscina Toucasi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 856, pl. 634, fig. 1-6. — Merpins.

— *fasciculata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 857, pl. 634, fig. 10-13. — Saintes.

*Berenicea papillosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 866, pl. 639, fig. 6-7. — Merpins.

*Multisparsa foliacea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 870, pl. 760, fig. 18-20. — Rousselières.

*Reptomultisparsa congesta*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 878, pl. 640, fig. 1-6. — Saintes.

*Semi-multisparsa tuberosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 871, pl. 639, fig. 1-3. — Rousselières.

*Reptoclausa obliqua*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 888, pl. 765, fig. 3-4. — Saintes.

*Claviclausa globulosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 891, pl. 765, fig. 10-15. — Saintes.

*Multiclausa compressa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 899, pl. 767, fig. 1-4. — Saintes.

*Clausa micropora*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 896, pl. 624, fig. 12, et pl. 766, fig. 9. — Saintes.

— *obliqua*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 895, pl. 633, fig. 18-21. — Merpins.

*Reticulipora obliqua*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 906, pl. 640, fig. 1-6. — Merpins.

— *ligeriensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 905, pl. 609, fig. 1-6. — Saintes.

*Crisina triangularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V. pl. 612, fig. 11-15; pl. 614, fig. 14-15; pl. 769, fig. 11-14. — Merpins.

*Cavea Royana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 945, pl. 624, fig. 4-8. — Merpins.

*Clavicavea regularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 944, pl. 773, fig. 12-13. — Saintes.

*Discocavea irregularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 964, pl. 645, fig. 9-12. — Saintes.

*Semicea tubulosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 1008, pl. 787, fig. 11-16. — Saintes.

*Semicavea variabilis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 1029, pl. 790, fig. 14-20. — Saintes.

*Ditaxia anomolopora*, de Hagen, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 953, pl. 775, fig. 7-15. — Merpins.

*Lichenopora elatior*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 964, pl. 646, fig. 6-8. — Merpins.

*Unicavea collis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 973, pl. 643, fig. 1-4; pl. 778, fig. 1-2. — Merpins.

*Filicea subcompressa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 1001, pl. 786, fig. 5-7. — Merpins.

*Laterocea simplex*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 1005, pl. 786, fig. 14-16. — Merpins.

*Reptomulticavea simplex*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 1041, pl. 793, fig. 5-8. — Rousselières.

— *subirregularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 1042, pl. 794, fig. 2-3. — Saintes.

*Truncatula carinata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 1058, pl. 797. fig. 5-15. — Merpins.

— *gracilis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 1059, pl. 798, fig. 1-5. — Saintes.

*Unicytia falcata*, d'Orb , *Terr. crét.*, t. V, p. 1068, pl. 794, fig. 8-12. — Saintes.

*Nodicressis tuberculata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 1066, pl. 800, fig. 8-9. — Saintes.

RAYONNÉS. — *Échinodermes.*

*Pseudodiadema Kleinii*, Desor, *Synops.*, p. 73, tab. XII, fig. 4-6. Malberchie, Cognac, Épagnac.

*Diplopodia Archiaci*, Desor, *Synops.*, p. 77. — Beaumont, près Angoulême.

— *variolaris*, Desor, *Synops.*, p. 78. — Saintes.

— *surnuda*, Desor, *Synops.*, p. 78. — Saintes.

*Phymosoma carentonianum*, Desor, *Synops.*, p. 89. — Cognac, Saintes.

— *rugosum*, Desor, *Synops.*, p. 89. — Malberchie, Cognac, Épagnac, Plassac.

— *sulcatum*, Desor, *Synops.*, p. 90. — Cognac et Lavalette.

— *regulare*, Desor, *Cat.*, p. 48. — Saint-Séverin.

*Salenia scutigera?*, Gray, Ag., *Monog. des Salén.*, p. 12, t. II, pl. 2, fig. 1-8. — Talmont.

— *gibba*, Agass., *Monog. des Salén.*, p. 13, pl. 2, fig. 9-16.

*S. scutigera*, Desor, *Synops.*, p. 149. — Lavalette, Saintes.

— *geometrica*, Agass., *Mon. des Salén.*, p. 11, pl. 1, fig. 25-32. Lavalette, Tout-Blanc, Épagnac, Saintes.

— *heliopora*, Desor, Ag., *Cat.*, p. 38. — Saint-Séverin.

*Galerites vulgaris*, Lam., *Anim. sans vert.*, t. III, p. 307.

*S. albogalerus*, Desor, *Synops.*, p. 182. — Les Essards.

*Pyrina ovata*, Agass., *Cat. systém.*

*P. echinoea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, pl. 985, fig. 1-6. — Lavalette, Épagnac.

— *ovulum*, Agass., *Catal.*, p. 92. — Saint-Séverin, Livernant.

*Rhynchopygus galeatus*, Desor, *Synops.*, p. 288.

*Stigmatopygus galeatus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 332, pl. 928. — Beaumont, près Angoulême.

*Holaster semistriatus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 120, pl. 852 et 853. — Lavalette, Sacsac.

*Micraster brevis*, Desor, *Cat. réel*, p. 130. — Cognac, Malberchie, Épagnac, Périgord, Villedieu.

— *laxoporus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI. p. 217, pl. 870. — Livernant, Charmant, Malberchie, Cognac, Épagnac.

— *rostratus*, Mantell, *Scol. of Sussex*, pl. 17, fig. 10-17.

*M. coranguinum*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 207, pl. 867. — Cognac, Malberchie, Épagnac.

*Hemiaster nasutulus*, Sorig., *Ours.*, *foss.*, p. 53.

*H. punctatus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 251, pl. 886. — Lavallette, Cognac, Plassac, Périgueux.

— *angustipneustes*, Desor, *Synops.*, p. 371.

*H. stella*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 245, pl. 882. — Cognac, Malberchie, Épagnac.

*Nucleolites parallelus*, Agass., *Cat. syst.*, p. 96. — Lavalette, Saint-Séverin.

*Discoidea excisa*, Desor, *Cat.*, p. 90. — Saint-Fort-sur-le-Né.

*Cidaris cyathifera*, Agass., *Cat.*, p. 25. — Saint-Séverin.

— *vendocinensis*, Agass., *Cat.*, p. 24. — Malberchie.

*Bourgueticrinus ellipticus*, d'Orb., *Crin.*, pl. 17, fig. 1-9. — Tout-Blanc, la Lavie.

*Zoophytes.*

*Polytrema pavonia*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 278, n° 1332. D'Orbigny la cite à Saintes.

— *meandrea*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 279, n° 1333. — Même localité.

— *avellana*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 279, n° 1335. — Saintes.

— *dilatata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 279, n° 1344. — Saintes.

*Amorphozoaires.*

*Syphonia Fittoni*, Mich., *Icon. zooph.*, p. 29, pl. 140, fig. 6. — Environs de Cognac.

— *Kœnigii*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 285, n° 1467.

*Choanites Kœnigii*, Mantell, *Scol. of Sussex*, p. 179, pl. 16, fig. 19-21. — Saintes, Périgueux.

*Jerea cupula*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 286, n° 1489.

*I. excavata*, Mich., *Icon. zooph.*, pl. 39, fig. 2. — Saintes.

*Marginospongia irregularis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 287, n° 1560. — Saintes.

*Cupulospongia dilatata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 288, n° 1525. — Saintes.

— *Towensnsis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 288, n° 1518. — Saintes.

— *oblonga*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 288, n° 1526. — Saintes.

— *santonensis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 288, n° 1529. — Saintes.

### 3° ÉTAGE CAMPANIEN.

VERTÉBRÉS. — *Poissons.*

*Otodus Marroti*, H. Coq.

Dent oblique, tranchante ; cône principal convexe à sa surface externe, plat à sa surface interne, légèrement déprimé à la racine. Les deux dentelons triangulaires, tranchants et un peu externes. Racine haute et échancrée au milieu.

Diamètre transversal, 19 millim.; hauteur, 20 millim.

Montignac (Dordogne), collection de l'École des mines.

*Lamna petrocoriensis*, H. Coq.

Dent assez épaisse à la base, légèrement courbée ; bords tranchants, à face externe plane ; face interne bombée ; cônes latéraux rudimentaires et à peine indiqués ; racine échancrée et présentant deux tubercules obtus à sa région médiane sur la face interne.

Hauteur, 19 millim.; largeur à la base de la racine, 10 millim. Montignac.

*Pycnodus occidentalis*, H. Coq.

Les pièces de cette espèce que nous avons eues à notre disposition consistent : 1° en une portion de palais conservant 12 dents disposées sur trois rangées. Ces dents sont presque plates, rondes, mais un peu irrégulières dans leurs contours ; leur diamètre oscille entre 3 et 4 millim. 2° En une dent isolée, ronde, convexe, large de 10 millim. — Montignac.

*Ptychodus Pauli*, H. Coq.

Dent remarquable, subrhomboïdale, légèrement infléchie dans la région médiane, renflée sous forme de vessie à une de ses extrémités qui se montre presque lisse ; extrémité opposée presque

plane, marquée de nombreuses rugosités irrégulières qui leur donnent une structure chagrinée.

Longueur, 28 millim.; largeur, 17 millim.; hauteur, 11 millim. Montignac.

MOLLUSQUES. — *Céphalopodes.*

*Nautilus Dekayi*, Morton, *Synops. of the org. rem.*, p. 33, pl. 8, fig. 4.

*N. Charpentieri*, Leym., *Mém. Soc. géol.*, t. IV, p. 198, n° 22, pl. XI, fig. 2. — Lavalette, Barbezieux, Aubeterre, Deviac, Montmoreau, Salles, Genté, Gimeux.

*Ammonites Gollevillensis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 212.

*A. Lewesiensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, p. 336, pl. 101 et 102, fig. 1. — Aubeterre, Bonne, Royan.

*A. Marroti*, H. Coq.

Coquille comprimée, ornée de côtes trifurquées, infléchies en avant, aboutissant à des tubercules disposés autour de l'ombilic, et portant à l'extrémité de chaque côte deux tubercules obliques dont l'un, extérieur, plus saillant, dessine une crénelure sur chaque côté du dos ; le second, moins apparent, est placé un peu à côté dans le plan d'enroulement. Dos lisse au milieu. Tours apparents dans l'ombilic. Bouche comprimée.

Découverte par M. Marrot à Ribérac, à la base de l'étage. Collection de l'École des mines.

*A. petrocoriensis*, H. Coq.

Coquille légèrement renflée au milieu, de la forme de l'*A. syriacus*, costulée et tuberculeuse ; ombilic très étroit ; côtes épaisses, plates, mal indiquées, partant du pourtour de l'ombilic où elles commencent par un tubercule très saillant, se bifurquant ou se trifurquant, et s'effaçant pour ainsi dire sur la partie médiane du tour, et se terminant autour du dos par un tubercule très saillant. Dos tranchant, formé par une carène tuberculeuse. Chaque tubercule correspond aux tubercules dorsaux, c'est-à-dire que le dos présente trois séries de tubercules dont les médians tranchants et allongés. — Montignac (Dordogne), de la collection de l'École des mines.

*Turrilites Archiaci*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, p. 607, pl. 148, fig. 5-6. — Les Essards, Royan.

— *Heberti*, H. Coq.

Diamètre d'un des tours, 125 millim.

Coquille composée de tours assez lâches, comparativement peu épais ; côtes simples au nombre de 55 à 60 par tours, s'évanouissant vers l'ombilic.

Recueillie par M. Hébert à Aubeterre, à la partie supérieure de l'étage.

*Baculites Faujasi*, Lam., Beuss, *Bohm. Kreid*, p. 24, pl. 7, fig. 3. — Brossac, avec l'*Orbitolites media*.

— *anceps*, Lam., d'Orb., *Terr. crét.*, t. I, p. 565, pl. 139, fig. 1-7. Aubeterre, Barbezieux.

*Scaphites Nanclasi*, H. Coq.

Longueur, 54 millim.; hauteur, 44 millim.; épaisseur, 24 mill.

Coquille elliptique dans son ensemble, la spire et la crosse étant très rapprochées l'une de l'autre. Spire occupant moins de la moitié de la coquille; composée, dans la portion régulièrement enroulée, de tours déprimés, entièrement embrassants. Le dernier tour se sépare suivant une direction perpendiculaire au plan spiral, puis se ploie en coude où il forme un angle obtus et en prenant un renflement assez considérable, et enfin il se projette en une partie courte, plus amincie, qui forme une crosse très courte. La portion ammonitiforme est ornée de côtes rayonnantes qui, partant du pourtour de la région centrale, vont en s'élargissant jusqu'aux deux tiers du pourtour externe, point où le plus grand nombre d'elles se bifurquent et font retour sur la face opposée sans s'interrompre sur le dos. Entre les côtes bifurquées, on remarque quelques côtes libres. La partie projetée conserve la même disposition d'ornements; seulement les côtes s'y montrent plus serrées et moins fortes. Dos de la portion ammonitiforme déprimé, convexe; dos de la portion projetée plus renflé vers le centre qu'à ses deux extrémités. — Lavalette et Aubeterre.

— *Baylei*, H. Coq.

Espèce à tours plats et carrés, portant une double série de tubercules sur le dos. — Lavalette et la Dordogne.

— *Heberti*, H. Coq.

Belle et grande espèce, plate; ornée de côtes rapprochées, flexueuses, se dichotomant plusieurs fois. Dos présentant trois rangées de tubercules dont une médiane. — Aubeterre, collection de M. Hébert.

*Gastéropodes.*

*Turritella sinistrorsa*, H. Coq.

Hauteur, 72 millim.; largeur du dernier tour, 32 millim.

Coquille allongée, turriculée; spire composée de tours excavés, ornée en long de côtes fines très rapprochées, carénée en avant; carène formant une corniche saillante au-dessus de chaque tour. Le dernier tour lisse en dessus. Bouche subquadrangulaire. — Barbezieux.

— *Salignaci*, H. Coq.

Belle espèce allongée, ornée de côtes bien prononcées. — Criteuil.

*Nerinea bisulcata*, d'Archiac, *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 190, pl XIII, fig. 17. — Royan, Saintes.

*N. Espaillaciana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 99, pl. 164, fig. 2. — Aubeterre, Dordogne.

*Nerinea Marroti*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 96, pl. 163 *bis*, fig. 1-2. Font-Barrado, près de Bergerac.

— *mumia*, H. Coq.

Coquille très allongée, non ombiliquée, cylindroïde ; tours assez larges, parfaitement égaux. Bouche rhomboïdale coupée carrément. — Barbezieux, Lavalette.

*Globiconcha Fleuriausi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 144, pl. 169, fig. 18. — Aubeterre.

— *Marroti*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 146, pl. 170, fig. 1-2.— Aubeterre, Lavalette, Dordogne.

— *truncata*, H. Coq.

Hauteur, 66 millim.; longueur, 65 millim.

Coquille globuleuse, aussi haute que large, tronquée en arrière carrément, mais non excavée ; spire régulière, non ombiliquée ; tours non apparents, le dernier embrassant et occupant presque toute la hauteur de la coquille ; bouche étroite, en croissant, s'évasant légèrement vers la partie supérieure et aboutissant à un sinus formé par la columelle. — Aubeterre, Barbezieux, Lavalette.

*Avellana Royana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 150, pl. 169, fig. 14-16. — Royan.

*Neritopsis lævigata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 177, pl. 176, fig. 11-12. — Royan.

*Natica Royana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 165, pl. 174, fig. 6. — Aubeterre, Barbezieux.

— *rugosa*, Royan.

*Phasianella supracretacea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 234, pl. 187, fig. 4. — Barbezieux, Salles, Lavalette, Créteuil.

— *Royana*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 224, n° 268. — Royan.

*Delphinula turbinoides*, H. Coq.

*Pleurotomaria turbinoides*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 270, pl. 204. — Birac, Royan, Dordogne, collection de l'École des mines.

— *cretacea*, H. Coq.

Espèce ornée de côtes inégales, marquées d'aspérités épineuses, s'épanouissant en expansions découpées vers la bouche. — La Caillade (Dordogne). Collection de l'École des mines.

*Turbo Fajoli*, H. Coq.

Hauteur, 100 millim.; largeur du dernier tour, 75 millim.

Coquille un peu plus large que haute, conique ; spire formée de tours convexes, divisés en deux parties à peu près égales par une espèce de méplat limité par des côtes plus saillantes, ce qui donne à la coquille une forme anguleuse et pour ainsi dire carénée. On observe par tours 9 côtes très distinctes, également espa-

cées, 5 au-dessus et 4 au-dessous du méplat. Bouche ronde. — Créteuil.

*Turbo Royanus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 223, pl. 186, fig. 1. — Les Essards, Royan.

*Trochus Marroti*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 187, pl. 177, fig. 15-16. — Barbezieux, les Essards, Salles, Royan, Ribérac.

— *girondinus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 188, pl. 178, fig. 1-3. — Aubeterre, Royan.

— *difficilis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 191, pl. 177, fig. 17. — — Royan.

*Phorus canaliculatus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 180, pl. 176, fig. 13-14. — Royan.

*Pleurotomaria Marroti*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 265, pl. 201, fig. 5-6. — Malberchie, Pérignac.

— *Royana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 269, pl. 202, fig. 5-6. — Royan.

— *Espaillaci*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 271, pl. 205, fig. 1-2. — Royan.

*Emarginula gigantea*, H. Coq.

Longueur, 55 millim.; largeur, 44 millim.; hauteur, 20 mill. Coquille ovale, oblongue, conique, peu élevée; ornée d'un nombre infini de stries fines, concentriques, très régulières. Fissure oblitérée aux deux tiers de son parcours. La partie oblitérée s'offrant sous forme de bourrelet un peu plat, presque lisse. Sommet court, légèrement concentrique, peu saillant, également strié, mais orné en outre de petites stries transversales, rayonnantes, plus espacées que les stries longitudinales qui s'évanouissent après un parcours de 8 millimètres. — Bonneuil.

*Cypræa ovula*, H. Coq., *Journ. de conchyl.*

*Globiconcha ovula*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 145, pl. 170, fig. 3. — Barbezieux, Lavalette, Aubeterre, Lalinde.

*Rostellaria carentonensis*, H. Coq.

Longueur, 130 millim.; largeur du dernier tour, 44 millim. Coquille allongée, fusiforme. Spire régulière, composée de tours convexes, lisses, mais marqués en travers de quelques rides perpendiculaires au plan d'enroulement. Le dernier tour renflé dans sa partie médiane. Labre étroit à la base. Bouche ayant un sinus contigu au canal, et se terminant par un canal saillant en un bec pointu, assez court et légèrement courbé en dedans. — Ambleville et Salles.

*Pterocera supracretacea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 309, pl. 216, fig. 3. — Barbezieux, Royan.

*Fusus Royanus*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 228, n° 348.

*F. turritellatus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 351, pl. 225, fig. 1. — Gimeux, Chalais, Royan.

*Fusus Marroti*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 342, pl. 225, fig. 3. — Aubeterre, Lavalette, Couse.

— *Fleuriausi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 343, pl. 226, fig. 1. — Barbezieux, Royan.

— *Nereis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 228, n° 354. — Royan.

— *Hurlei*, H. Coq.

Hauteur, 70 millim.; largeur du dernier tour, 57 millim.

Coquille oblongue, turriculée. Spire formée de tours très convexes, dilatés en sommet et étranglés dans le bas, saillants en rampe les uns sur les autres. Chaque tour est formé de deux régions distinctes : l'inférieure, ornée de stries très fines et très régulières ; la supérieure, portant deux carènes saillantes, séparées par une espèce de méplat. Dernier tour arrondi, labouré à sa partie supérieure par deux grosses côtes, ce qui, avec les deux carènes, forme quatre côtes saillantes. — Ribérac, collection de l'École des mines.

— *Espaillaci*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 340, pl. 222. — Barbezieux, Royan.

— *Nanclasi*, H. Coq.

Hauteur, 128 millim., largeur, 80 millim.

Coquille oblongue, légèrement ventrue. Spire composée de tours très convexes, carénés, saillants, disposés en rampe, ornés sur la carène par révolution spirale de 12 tubercules comprimés, longitudinaux, assez saillants, se transformant des deux côtés en des côtes obtuses, perpendiculaires au plan spiral. En outre de ces ornements tuberculo-costulés, la spire est sillonnée en long de côtes très rapprochées dont quelques-unes plus saillantes. Sur la moitié du dernier tour, les côtes transversales s'évanouissent, les tubercules persistent seuls. — Barbezieux.

— *Baylei*, H. Coq.

Gigantesque et magnifique espèce, plus grande et plus renflée que la précédente. — Environs de Lavalette à la base de l'étage.

*Voluta Lahayesi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 226, pl. 221, fig. 4. — Lavalette, Lanquais.

*Cerithium petrocoriense*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 230, n° 397.

*Nerinea perigordiana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 96, pl. 163 *bis*, fig. 3-4. — Laveyssière.

— *Royanum*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 230, n° 402. — Royan.

*Infundibulum cretaceum*, d'Orb., *Terr. crét.*, p. 390, pl. 234, fig. 1-3. — Royan.

*Acéphales.*

*Clavagella cretacea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 300, pl. 347. — Royan.

*Gastrochæna Royana*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 235, n° 487.

*Fistulana Royana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 395, pl. 375, fig. 9-12. — Royan.

*Pholadomya elliptica*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, p. 273, pl. 154.
*P. Royana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 360, pl. 367.
— *Marroti*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 358, pl. 365, fig. 3-4. — Barbezieux, Blanzac, Bonneuil, Deviac, Lavalette, Aubeterre, Royan.
— *Moulinsii*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 234, n° 479. — Lanquais.
*Anatina Royana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 377, pl. 374, fig. 5-6. — Aubeterre, Royan.
*Arcopagia circinalis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 444, pl. 378, fig. 16-18. — Barbezieux, Royan.
— *gibbosa*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 395, pl. 378, fig. 14-15. — Saintes.
— *rotundata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 395, pl. 379, fig. 6-7. — Royan.
*Thracia Baylei*, H. Coq.

Largeur, 45 millim.; hauteur, 30 millim.

Coquille subquadrangulaire, gibbeuse, lisse, inéquivalve. Valve gauche plus bombée, portant à son milieu une large excavation dominée par deux espèces de carènes obtuses, inégales, qui se réunissent au sommet, ce qui donne à la coquille une forme gauche et contournée. Valve droite plus déprimée, présentant en relief une éminence correspondant à l'excavation de la valve opposée. Côté antérieur court, coupé carrément; côté postérieur droit, parallèle à la région palléale. Crochets détachés, inégaux. — Lavalette, à la base de l'étage.

*Capsa Arnaudi*, H. Coq.

Longueur, 70 millim.; longueur, 23 millim.

Coquille oblongue, comprimée; ornée de stries concentriques très fines qui sont remplacées sur la région postérieure par un système de stries rayonnantes, inégales, plus prononcées vers la région cardinale et s'atténuant vers la région palléale. *Côté antérieur court*, arrondi; côté postérieur allongé et obtus. — Lavalette, à la base de l'étage.

*Tellina Royana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 442, pl. 380, fig. 9-11. — Royan.
*Pinna Moulinsii*, d'Orb., *Prodr.*, t. III, p. 246, n° 246. — Aubeterre, Lanquais.
— *restituta*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, pl. 138, fig. 3. — Criteuil.
*Mytilus solutus*, Duj., d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 276, pl. 340, fig. 5-6. — Salles.
— *Moulinsii*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 246, n° 731. — Lanquais.
— *Dufrenoyi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 284, pl. 343. — Barbezieux, Aubeterre, Ambleville, Deviac, Saint-Séverin.
— *reticulatus*, H. Coq.

Longueur, 67 millim.; largeur, 25 millim.

Coquille oblongue, arquée, gibbeuse, marquée de stries très

fines, rayonnantes. Ces stries sont croisées à angle droit par d'autres stries concentriques également fines; cependant les premières sont plus prononcées. Région postérieure dilatée; région antérieure courte et étroite. — Aubeterre, Criteuil, Château-Bernard.

*Lithodomus cretaceus*, H. Coq.

Coquille ovale, oblongue, renflée, rétrécie et obtuse dans la région antérieure, coupée un peu obliquement du côté opposé. Valves égales, ornées de rides transverses. Crochets légèrement contournés. — Aubeterre, Barbezieux.

— *intermedius*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 296, pl. 345, fig. 9-10. — Colombier.

— *obtusus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 296, pl. 345, fig. 11-13. — Royan.

*Myoconcha supracretacea*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 266, pl. 385. — Segonzac, Juillac-le-Coq, Saint-Séverin, Barbezieux, Aubeterre, Royan.

*Avicula carentonensis*, H. Coq.

Diamètre longitudinal, 80 millim.; diamètre transversal, 68 millim.

Coquille plus haute que large, oblique, légèrement convexe ou presque plane, très comprimée. Des côtes rayonnantes et hérissées de petites aspérités effilées, transverses, partent du sommet des valves et viennent se perdre vers leur milieu, point où celles-ci se montrent lisses jusqu'à la région palléale. Lignes d'accroissement très prononcées. Aile postérieure dépourvue d'ornements, triangulaire, dessinant un angle presque droit, et formant en dedans un sinus bien accusé. — Criteuil.

— *perigordina*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 249, n° 796.— Lanquais.

— *cærulescens*, Nilss., pl. 3, fig. 19; d'Orb., *Prodr.*, p. 249, n° 801. — Lanquais.

— *pectiniformis*, Rœm., *Kreid.*, pl. 29, fig. 37, p. 79.— Lanquais.

— *approximata*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, p. 133, pl. 118, fig. 7. — Aubeterre, Barbezieux.

*Perna royana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 499, pl. 402, fig. 4-5. Criteuil, Royan.

— *Beaumonti*, H. Coq.

Hauteur, 146 millim.; largeur, 98 millim.

Coquille plus haute que large, allongée dans son ensemble, très comprimée, coupée obliquement au sommet, arrondie vers la région palléale, acuminée et prolongée en bec légèrement arqué du côté buccal, échancrée pour le passage du byssus. Valves inégales, lisses. Têt mince, rendu onduleux par de nombreuses lignes d'accroissement. Les fossettes du ligament peu profondes, de la même largeur que leurs intervalles. — Barbezieux et Aubeterre.

*Inoceramus impressus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 515, pl. 419. — Barbezieux, Royan, Orglande.

— *Goldfussii*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 517, fig. 411. — Barbezieux, Royan, Lanquais.

— *regularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 516, pl. 410. — Aubeterre, Royan.

— *Lamarckii*, Rœm., *Nordd. Kreid.*, p. 622; d'Orb., *Terr. crét.* t. III, p. 518, pl. 412. — Juillac-le-Coq, Montmoreau, Lanquais.

— *truncatus*, H. Coq.

Longueur, 77 millim.; largeur, 54 millim.

Coquille oblongue, plus longue que large, très convexe. Valves ornées de larges ondulations concentriques, irrégulières. Côté antérieur coupé carrément et limité par une ligne droite qui se confond avec le sommet des valves; côté postérieur arrondi. Crochets saillants. Valves inégales. — Barbezieux, Gimeux.

*Venus subplana*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 237, n° 525. — Salles, Barbezieux, Aubeterre.

— *royana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 448, pl. 386, fig. 4-5. — Salles, Royan.

— *Archiaci*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 449, pl. 386, fig. 6-7. — Montendre.

*Astarte difficilis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 238, n° 560. — Royan.

*Lucina Harlei*, H. Coq.

Hauteur, 38 millim.; largeur, 35 millim.

Coquille comprimée, arrondie; ornée de stries fines, égales, régulières, concentriques; inéquilatérale. Crochets saillants. — Sourzac (Dordogne), collection de l'École des mines.

*Crassatella Marroti*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 82, pl. 266, fig. 8-9. — Royan, Dordogne.

*Corbis Salignaci*, H. Coq.

Largeur, 62 millim.; hauteur, 58 millim.

Coquille un peu plus large que haute, presque ronde, renflée, inéquilatérale; ornée de côtes concentriques, égales, rapprochées et séparées par des sillons égaux. Ces côtes disparaissent vers la région antérieure de la coquille et sont à peine indiquées dans le voisinage des crochets. Il part du sommet un système de stries très fines, rayonnantes, très apparentes sur les crochets, mais s'affaiblissant graduellement, à mesure qu'elles gagnent la partie centrale des valves. Ces stries reparaissent dans la région antérieure de la coquille, là où les côtes concentriques ont disparu. Crochets fortement recourbés sur la charnière. — Les Essards, Aubeterre, Salles.

— ? *striato-costata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 114, pl. 281, fig. 1-2. — Gimeux, Barbezieux, Royan.

*Cyprina Geneti*, H. Coq.

Hauteur, 111 millim.; largeur, 88 millim.; épaisseur, 84 mill. Coquille ovale, renflée, inéquilatérale, équivalve. Côté antérieur court, excavé profondément; côté postérieur long, oblique. Crochets saillants. Charnière épaisse. Attaches musculaires très marquées. Valves bombées. — Barbezieux.

— *Edgardi*, H. Coq.

Hauteur, 95 millim.; largeur, 86 millim.; épaisseur, 78 mill. Coquille renflée, transverse, de forme rhomboïdale, inéquilatérale, équivalve. Côté antérieur court, excavé; côté postérieur long, tronqué obliquement, arrondi à son extrémité. Crochets saillants. Charnière très épaisse. Impressions musculaires très marquées. Valves bombées. — Lavalette, à la base de l'étage.

— *royana*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 239, n° 581. — Brossac, Royan.

— *elongata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 106, pl. 277, fig. 5-6. — Barbezieux, Royan.

*Plicatula malberchiana*, H. Coq.

Longueur, 29 millim.; largeur, 29 millim.; épaisseur, 4 mill. Coquille orbiculaire, épaisse, plate. Valve supérieure parfaitement plate; valve inférieure légèrement convexe. La première est ornée de 16 côtes épaisses, plates, partant du sommet, se bifurquant à des distances inégales, et marquées d'aspérités obtuses imitant des nodosités. Vers la région de la charnière et de chaque côté des côtes principales, on observe un autre système de petites côtes très courtes qui, par suite d'un rebroussement brusque, s'infléchissent vers l'extérieur. Les côtes de la valve inférieure sont élevées, triangulaires, compactes, et portent à leur extrémité deux ou trois murications en forme d'épines, dirigées en avant. — La Raffinie, près Lavalette.

— *aspera*, Sow., d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 686, pl. 463, fig. 11-12. — Barbezieux.

*Cardium Raulini*, H. Coq.

Hauteur, 57 millim.; largeur, 44 millim., épaisseur, 43 mill. Coquille plus longue que large, inéquilatérale, un peu carrée sur le bord postérieur, arrondie ailleurs; ornée en travers de côtes rapprochées qui couvrent la région postérieure, en remontant jusque vers le milieu des valves. La région antérieure en paraît dépourvue. Ces côtes étaient pourvues de tubercules dont l'impression est visible sur le moule. Sommet très saillant. Crochets écartés. Charnière très épaisse, marquée de dents et de très grosses fossettes. Impressions musculaires fortes. — Gimeux.

— *bimarginatum*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 39, pl. 250, fig. 4-8. — Royan.

— *Faujassi*, Desmoul., *Prodr.*, t. II, p. 244, n° 619. — Royan.

*Spondylus Royanus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 674, pl. 460. fig. 4-5. — Aubeterre, Gimeux, Salles, Royan.

— *Dutemplei*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 672, pl. 460, fig. 6-11. — Barbezieux, Gimeux, Royan.

*Chama angulosa*, d'Orb., *Terr. crét*, t. III, p. 699, pl. 461. fig. 8-9. — Aubeterre, Royan.

— *spondyloides*, Bayle, *Journ. de conchyl.*, t. V, p. 365, pl. 11. — Royan.

*Lima Marroti*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 561, pl. 424, fig. 1-4. — Aubeterre, Cose, Dordogne.

— *Baylei*, H. Coq.

Longueur, 112 millim.; largeur, 83 millim.; épaisseur, 32 millim.

Coquille ovale, comprimée, légèrement transverse, équivalve; ornée de stries concentriques, séparées de distance en distance, et d'une manière régulière, par deux côtes lamelleuses, saillantes. De petites stries moins prononcées et moins régulières que les premières se détachent en rayonnant du sommet, et donnent aux valves une structure finement treillissée. — Aubeterre.

— *ficoides*, H. Coq.

Longueur, 59 millim.; largeur, 44 millim.

Coquille déprimée, allongée dans son ensemble, arrondie vers la région palléale, devenant aiguë et de forme triangulaire au sommet. Valves lisses sur leur surface externe, mais marquées sur la surface interne de petites côtes très fines, divergentes, dont l'empreinte est visible sur le moule. — Genté, Criteuil.

— *difficilis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 551, pl. 423, fig. 10. — Genté, Salles, Royan.

— *inornata*, H. Coq.

Longueur, 57 millim.; largeur, 43 millim.

Coquille ovale, déprimée, arrondie vers la région palléale. Têt mince, lisse, excepté vers le côté antérieur où elle est marquée de quelques stries longitudinales, mais qui disparaissent presque immédiatement. — Criteuil.

— *dissimilis*, H. Coq.

Coquille enflée, transverse, ovalaire, divisée en deux régions distinctes et tranchées par une carène aiguë qui, partant du sommet, se rend à l'extrémité opposée. A partir de la carène et dans la direction de la région postérieure, il se détache du sommet un faisceau de côtes qui diminuent successivement de grosseur et s'évanouissent après avoir occupé le tiers de la coquille. Ces côtes sont fines, régulières et tranchantes. Le reste de la coquille est complétement lisse. Le côté antérieur se soude à angle droit à la carène déjà décrite, et présente des stries transversales très fines; il se soude à l'oreillette postérieure qui est rabattue et petite. Sommet légèrement proéminent.—Aubeterre.

*Lima semisulcata*, Goldf., *Petref. Germ.*; d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 562, pl. 424, fig. 5-9. — Aubeterre.

— *tumida*, H. Coq.

Hauteur, 97 millim.; largeur, 116 millim.; épaisseur, 98 mill.

Coquille globuleuse, plus épaisse que haute, lisse, très renflée dans la région rapprochée de la charnière. Crochets obtus, fortement recourbés sur la charnière. Région antérieure tronquée, excavée au milieu; région postérieure élevée et portant une oreillette obtuse. — Segonzac.

— *Trigeri*, H. Coq.

Longueur, 56 millim.; largeur, 43 millim.

Coquille déprimée, ovale, un peu allongée, arrondie vers la région palléale, rétrécie vers la région cardinale. Têt mince. Valves presque planes, ornées de stries longitudinales simples, régulières et rapprochées. — Salles.

— *truncata*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, p. 94, pl. 104, fig. 6. — Aubeterre, Royan.

— *Paqueroni*, H. Coq.

Longueur, 101 millim.; largeur, 80 millim.; épaisseur, 34 mill.

Coquille ovale, comprimée, équivalve. Valves ornées de stries concentriques très fines et très régulières, marquées de distance en distance par quelques lignes plus prononcées d'accroissement. — Barbezieux.

— *santonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 565, pl. 425, fig. 1-2. — Aubeterre, Barbezieux, Nonac, Blanzac, Salles, Bonneuil.

*Pectunculus Marroti*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 192, pl. 307, fig. 13-16. — Barbezieux, Royan.

*Arca cretacea*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 244, n° 673.

*A. tumida*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 244, pl. 328. — Deviac, Barbezieux, les Essards, Aubeterre, Royan.

— *royana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 242, pl. 327, fig. 3-4. — Aubeterre, Royan.

*Trigonia inornata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 158, pl. 297, fig. 6-8. — Salles, Aubeterre, Royan.

— *echinata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 240, n° 593. — Royan.

*Pecten Barbesillensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, pl. 437, fig. 5-8. — Barbezieux, Salles.

— *medio-plicatus*, H. Coq.

Hauteur, 31 millim.; largeur, 22 millim.

Coquille ovale, presque arrondie, un peu transverse, très déprimée. Valves convexes, ornées de 8 larges côtes plates, inégales, s'effaçant vers les bords de la coquille, et séparées par une côte médiane s'élevant sous forme d'un pli saillant et logée entre deux sillons profonds. Oreilles inégales, lisses ou finement striées en travers. — Ambleville.

*Pecten royanus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 613, pl. 438, fig. 7-11. Barbezieux, Royan.

— *Dujardini*, Rœm., *Nordd. Kreid.*, p. 53, n° 22 ; d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 615, pl. 439, fig. 5-11. — Louzac, Barbezieux, Royan.

— *Nilssoni*, Goldf., d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 616, pl. 439, fig. 12-14. — Les Essards.

— *multicostatus*, Rœm., Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, pl. 92, fig. 3 — Lavalette.

— *Regleyi*, H. Coq.

Longueur, 60 millim.; largeur, 60 millim.

Coquille orbiculaire, aussi large que longue ; ornée de 6 côtes élevées, obtuses, séparées par des sillons d'égale dimension. Chacune de ces côtes et chacun de ces sillons pourvus de 6 côtes fines, égales et régulières. — Criteuil.

— *Espaillaci*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 614, pl. 439, fig. 1-4. — Barbezieux, Aubeterre, Royan.

— *recurrens*, H. Coq.

Coquille suborbiculaire, équivalve, convexe ; ornée de côtes élevées, égales et régulières, et séparées par des sillons de même largeur. — Criteuil.

— *Marroti*, d'Orb., *Terr. crét.*, p. 612, pl. 438, fig. 1-6. — Chapelle, Montabourlet.

— *girondinus*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 251, n° 84. — Royan.

*Janira quadricostata*, d'Orb. — Barbezieux, Salles, Gimeux.

— *Dutemplei*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 646, pl. 447, fig. 8-11. — Aubeterre, Barbezieux, Criteuil.

— *substriatocostata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 258, n° 884. — Aubeterre, Blanzac, Royan.

— *sexangularis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 648, pl. 448, fig. 5-8. — Lavalette, Aubeterre, Barbezieux, Blanzac, Salles, Genté, Segonzac.

*Ostrea pyrenaica*, H. Coq.

*Exogyra pyrenaica*, Leym., *Mém. Soc. géol.*, t. IV, p. 194, pl. 10, fig. 4, 5, 6.

*E. plicata*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, p. 37, pl. 87, fig. 5, 6.

*E. auricularis*, Goldf., t. II, n° 18, pl. 88, fig. 2 ; d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 256, n° 934. — Aubeterre, Barbezieux, Deviac, Passirac.

— *canaliculata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. II, p. 709, pl. 474, fig. 4-8. — Livernant.

— *harpa*, d'Archiac.

*Exogyra harpa*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, p. 38, pl. 87, fig. 7. — Aubeterre.

*Ostrea subinflata*, d'Orb., *Prodr.*

*Exogyra inflata*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, p. 1212, pl. 104, fig. 8. — Aubeterre.

— *aviculoides*, H. Coq.

Coquille oblique, comprimée, dilatée, irrégulière, à têt nacré, marquée de plis concentriques et inégaux dus aux lignes d'accroissement. Valves égales, légèrement convexes. Crochets aigus, écartés, montrant une cavité oblique, plissée, dans laquelle s'insérait le ligament, et se prolongeant sous forme de gouttière vers le côté droit de la coquille. — Salles.

— *Boucheroni*, H. Coq.

Espèce assez grande, lisse, traversée à partir du sommet par un pli large, obtus, qui la sépare en trois régions inégales et imprime à la valve une double torsion. — Lavalette, collection de l'École des mines.

— *vesicularis*. Lam., d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 743, pl. 487. — Aubeterre, Barbezieux, Lavalette, etc., Royan.

— *larva*, Lam., d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 740, pl. 486, fig. 4-8. — Aubeterre, Barbezieux, Bardenac.

— *lunata*, Nilsson, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, p. 11, pl. 75, fig. 2. — Aubeterre.

— *Matheroni*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 737, pl. 485, *non* 5 et 6.

*Exogyra plicata*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, p. 37, pl. 87, fig. 5 *a*. — Aubeterre, Chalais, Brossac, Bardenac, Barbezieux, Nonac, Saint-Séverin, Genté, Salles, Lavalette, Blanzac.

*Nota*. Je suis convaincu que l'on confond sous ce nom plusieurs espèces distinctes. Ainsi l'*O. Matheroni*, que l'on trouve dans le santonien, est plus étroite, plus épineuse et plus contournée que celle que l'on rencontre dans l'étage campanien.

— *cornu-arietis*, H. Coq., *Descript. de la prov. de Constantine*, p. 144, pl. 5, fig. 1-4.

*Exogyra cornu-arietis*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, pl. 87, fig. 2, *a*, *b*.

*E. contorta*, d'Archiac, *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 185, pl. 12, fig. 12, *a*, *b*.

*E. decussata*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, pl. 86, fig. 11.

*E. conica*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, pl. 87, fig. 1. — Aubeterre, Bardenac, Barbezieux, Deviac, Gurac.

— *Overwegi*, H. Coq.

*Exogyra Overwegi*, de Buch, *Aus den Monastsb. über die Verhandl. der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*. Band IX, t. I, pl. 1, fig. 1, *non* fig. 2. — Bardenac, Barbezieux.

— *laciniata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. III, p. 739, pl. 486, fig. 1-3.

*Exogyra laciniata*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. II, p. 35,

pl. 86, fig. 12.—Aubeterre, Breuil, Brossac, Chalais, Bardens, Barbezieux, Criteuil, Blanzac.

*Anomia excentrica*, H. Coq.

Hauteur, 25 millim.; largeur, 22 millim.

Coquille suborbiculaire, un peu plus haute que large, lisse. Valves marquées de stries concentriques d'accroissement très fines et très rapprochées. Sommet excentrique un peu oblique, légèrement proéminent, affleurant au limbe supérieur de la coquille. — Barbezieux.

*Rudistes.*

*Radiolites fissicostatus*, Bayle.

*Biradiolites fissicostata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 234, pl. 575, fig. 1-4. — Lavalette, Charmant, Tout-Blanc, les Essards, à la base de l'étage.

— *Royanus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 228, pl. 574, fig. 1-3. — Lavalette, Salles, Aubeterre, Royan.

— *acuticostatus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 208, pl. 550. — Barbezieux, Royan.

— *crateriformis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 222, pl. 563.

*Sphærulites crateriformis*, Des Moul., *Essai sur les Sphér.*, p. 94, pl. 1 et 2. — Royan.

— *Bournoni*, Bayle.

*Sphærulites Bournoni*, Des Moul., *Essai sur les Sph.*, p. 124.

*S. calceoloides*, Des Moul., *loc. cit.*, p. 130, pl. 9, fig. 1.

*Radiolites Hæninghausi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, pl. 565, 566, *non* pl. 567.

*R. calceoloides*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 260, n° 1002. — Royan, Talmont, Lanquais, Saint-Mametz.

*Sphærulites alatus*, Bayle.

*Radiolites alata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 226, pl. 569. — Royan.

— *Hæninghausi*, Des Moul., *Essai sur les Sphér.*, p. 118, pl. 6, fig. 2, pl. 7; Bayle, *Bull. Soc. géol.*, t. XIV, pl. 14, fig. 1-4.

*Radiolites Hæninghausi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 223, pl. 567 (*exclus*, pl. 565, 566).

*R. dilatata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 225, pl. 568, fig. 1-4.

*R. acuta*, d'Orb., *Terr. crét.*, p. 228, pl. 574, fig. 4-8. — Barbezieux, Lavalette, Aubeterre, les Essards, Criteuil, Royan.

— *Sæmanni*, Bayle, *Bull. Soc. géol.*, t. XIV, p. 690. — Royan.

*Bryozoaires.*

*Cellaria cactiformis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. V, p. 29, pl. 651, fig. 1-4. — Saintes, Royan, Saint-Germain, près Paris.

— *inæqualis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 651, fig. 5-8. — Royan.

*'incularia normaniana*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 600, fig. 14-16. — Royan, Saintes.
— *regularis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 601, fig. 1-3. — Royan.
— *royana*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 654, fig. 1-3. — Royan.
— *rustica*, d'Orb., *loc. cit.*, t. V, p. 72, pl. 655, fig. 7-9. — Pérignac.
— *pulchella*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 655, fig. 10-12. — Pérignac.
— *verticillata*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 689, fig. 4-6. — Royan.
— *lepida*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 657, fig. 13-15. — Pérignac.
— *elegans*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 659, fig. 13-15. — Pérignac.
— *Leda*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 659, fig. 16-18. — Pérignac.
— *quadrangularis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 681, fig. 4-6. — Péguillac.
*Eschara Delaruei*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 602, fig. 6-8 ; pl. 673, fig. 8. — Royan.
— *girondina*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 602, fig. 9, 11, 14, 16 ; pl. 673, fig. 1. — Royan.
— *royana*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 602, fig. 12-13 ; pl. 673, fig. 2-3. — Royan.
— *santonensis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 603, fig. 1-3 ; pl. 673, fig. 4. — Saintes, Pérignac.
— *Acis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 662, fig. 10-12 ; pl. 676, fig. 1-5. — Royan, Saintes.
— *Antiopa*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 664, fig. 1-4. — Pérignac, Royan.
— *Aglaia*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 665, fig. 1-4. — Royan.
— *Allica*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 665, fig. 8-10. — Royan, Saintes.
— *Artemis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 667, fig. 7-10. — Royan, Pérignac.
— *Callirhoe*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 669, fig. 11-14. — Royan.
— *Calypso*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 669, fig. 15-17. — Royan.
— *Camilla*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 669, fig. 18-20. — Royan.
— *Camœna*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 670, fig. 1-4. — Pérignac.
— *Cassiope*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 670, fig. 5-7. — Pérignac.
— *Cepha*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 670, fig. 8-10. — Royan.
— *Charonia*. d'Orb., *loc. cit.*, pl. 670, fig. 11-13. — Royan.
— *Chloris*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 670, fig. 14-16. — Pérignac.
— *Dejarina*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 675, fig. 17-19. — Péguillac.
*Escharinella elegans*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 683, fig. 11-13. — Royan.
*Escharifora Circe*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 671, fig. 1-4 ; pl. 684, fig. 8. — Royan.
— *rhomboidalis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 684, fig. 1-4. — Royan.
*Escharellu Arge*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 666, fig. 7-9. — Royan.
*Escharipora Neptuni*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 603, fig. 7-9, pl. 684, fig. 12. — Royan.
— *pretiosa*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 686, fig. 1-5. — Royan.
*Biflustra Actæon*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 663, fig. 1-4. — Royan.
— *royano*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 689, fig. 15-17. — Royan.
— *crasso-ramosa*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 690, fig. 7-10. — Royan.
— *regularis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 691, fig. 1-3. — Royan.
— *rhomboidalis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 691, fig. 4-6. — Saintes, Royan.

*Biflustra rustica*, d'Orb., t. V, p. 250. — Pérignac.
— *prolifica*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 691, fig. 7-11. — Pérignac.
— *pauperata*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 692, fig. 7-12. — Royan.
— *girondina*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 696, fig. 14-16. — Royan.
*Flustrella pulchella*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 697, fig. 1-4. — Royan.
— *polymorpha*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 697, fig. 12-13. — Royan.
— *inversa*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 698, fig. 12-15. — Pérignac.
*Flustrina compressa*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 701, fig. 10-12. — Royan.
— *elegans*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 701, fig. 17-19. — Royan.
— *ornata*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 702, fig. 1-4. — Royan.
*Stichopora clypeata*, Hag., d'Orb., *loc. cit.*, pl. 707, fig. 5-9. — Royan.
*Semieschara simplex*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 709, fig. 1-4.—Pégnilac
*Cellepora simplex*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 605, fig. 10-11; pl. 715 fig. 14-16. — Royan.
— *Zelima*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 712, fig. 15-16. — Royan.
— *Zangis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 713, fig. 1-2. — Royan.
— *Xiphia*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 713, fig. 3-4. — Royan.
— *Urania*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 713, fig. 10-11. — Royan.
*Porina angustata*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 626, fig. 11-15. — Royan.
— *varians*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 714, fig. 8-10. — Royan.
— *filiformis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 714, fig. 11-13. — Royan.
*Reptescharellina horrida*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 715, fig. 7-9. — Royan.
— *flabellata*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 716, fig. 9-12. — Pérignac.
— *pupoides*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 716, fig. 13-15. — Royan.
*Semiescharipora ovalis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 719, fig. 13-16. — Royan.
*Reptescharipora rustica*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 720, fig. 9-10. — Royan.
*Discoflustrellaria doma*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 722, fig. 6-10. — Royan.
*Filiflustrellaria obliqua*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 723, fig. 1-4.—Royan.
*Flustrellaria forata*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 726, fig. 10-13.—Royan.
— *profunda*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 726, fig. 14-17. — Royan.
*Membranipora Calypso*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 729, fig. 7-8. — Même localité.
— *subsimplex*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 729, fig. 17-18. — Royan.
— *pyriformis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 729, fig. 19-20. — Royan.
— *rustica*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 729, fig. 21-22. — Royan.
*Nodelea ornata*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 735, fig. 12-16.— Bougniaux.
*Melicertites semiluna*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 737, fig. 8-10. — Bougniaux.
*Osculipora royana*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 800 *bis*, fig. 1-4. — Royan.
*Tubigera antiqua*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 613, fig. 11-15; pl. 746, fig. 1. — Royan.
*Idmonea ramosa*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 611, fig. 11-15. — Royan.
— *cancellata*, Hag., d'Orb., *loc. cit.*, pl. 748, fig. 20-23. — Royan.

*Idmonea pseudodisticha*, Hag., d'Orb., *loc. cit.*, pl. 749, fig. 1-6. — Royan.
*Reptotubigera serpens*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 751, fig. 4-7. - Pérignac.
*Multitubigera gregarea*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 752, fig. 9-10. — Royan.
*Entalophora subgracilis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 621, fig. 4-6. — Royan.
— *madreporacea*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 623, fig. 1-3. — Royan.
— *symetrica*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 755, fig. 4-6. — Royan.
*Bidiastopora elegans*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 627, fig. 5-8. — Royan.
— *crassa*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 627, fig. 13-16. — Royan.
— *triangularis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 755, fig. 16-18. — Royan.
— *papyracea*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 756, fig. 1-3. — Pérignac.
*Mesinteripora laxipora*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 756, fig. 14-17. — Royan.
*Berenicea littoralis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 640, fig. 7-8. — Royan.
*Spiroclausa spiralis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 764, fig. 1-5. — Royan.
*Clausa irregularis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 624, fig. 12; pl. 766, fig. 10-12. — Royan.
*Reticulipora Girondina*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 609, fig. 7-12.—Royan.
*Bicrisina cultrata*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 611, fig. 6-10; pl. 768, fig. 11-15. — Royan.
*Crisina normaniana*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 612, fig. 1-5.—Pérignac.
*Zonopora variabilis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 771, fig. 9-13. — Royan.
— *undata*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 771, fig. 14-15. — Pérignac.
*Reteporidea royana*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 608, fig. 1-5; pl. 772, fig. 18. — Royan.
— *ramosa*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 608, fig. 6-10; pl. 773, fig. 1-3. — Royan.
*Multicavea magnifica*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 778, fig. 10; pl. 779, fig. 1-4. — Royan.
*Sulcocavea lacryma*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 789, fig. 9-12. — Royan.
*Plethopora ramulosa*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 799, fig. 1-3. — Royan.
— *cervicornis*, d'Orb., *loc. cit.*, pl. 799, fig. 4-5. — Royan.
*Semicrescis tubulosa*, d'Orb., *loc. cit.*, p. 799, fig. 8-10. — Royan.

*Brachiopodes.*

*Rhynchonella triptera*, H. Coq.

Diamètre transversal, 22 millim.; diamètre apicial, 21 millim.

Coquille triangulaire, presque aussi large que haute; ornée de 44 à 46 côtes très régulières, aplaties à leur origine, et devenant tranchantes à leur extrémité. Valve supérieure divisée en trois régions inégales, deux ailes latérales, et une petite, centrale, déprimée, sillonnée par 8 plis et se relevant brusquement vers la valve inférieure. Cette dernière globuleuse au sommet et relevée en dôme au milieu. Commissure grimaçante et fortement projetée vers le bas. Les ailes, au lieu de se dilater à l'extérieur, comme dans le *R. vespertilio*, s'abaissent brusquement dans le

sens de l'axe apicial, en devenant parallèles à la saillie centrale. — Magnac, Château-Bernard, à la base de l'étage.

*Rhynchonella Boreaui*, H. Coq.

Longueur, 16 millim., hauteur, 13 millim.

Coquille un peu plus large que haute, triangulaire ; ornée de 38 à 42 côtes rayonnantes, saillantes, séparées par des sillons égaux se prolongeant jusqu'au sommet des valves. Valve supérieure à crochet court et recourbé, déprimée au milieu ; valve inférieure bombée, relevée à sa partie centrale. — Château-Bernard, Lavie, Tout-Blanc, à la base de l'étage.

— *Blutelii*, H. Coq.

Diamètre transversal, 40 millim.; diamètre apicial, 29 millim.

Coquille plus large que haute, transverse, anguleuse, très dilatée et tronquée à sa base ; ornée de 51 côtes aiguës très vives. Valve supérieure divisée en trois régions à peu près égales ; deux ailes, et une partie centrale déprimée, occupée par 11 côtes se terminant par une saillie arrondie. Valve inférieure plus bombée, globuleuse au sommet, et relevée en arc de voûte au milieu, la partie saillante correspondant à la partie creusée de la valve opposée. Commissure latérale formant un angle droit dont un des côtés descend perpendiculairement du crochet, et dont l'autre se courbe à angle droit vers la valve inférieure. — Aubeterre, avec l'*Ostrea larva*.

— *octoplicata*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 46, pl. 499, fig. 8-10. — Aubeterre, Birac.

— *vesicularis*, H. Coq.

Axe transversal, 29 millim.; axe apicial, 22 millim.

Coquille triangulaire, très irrégulière, anguleuse vers la région cardinale, inégalement tronquée sur le bord opposé ; ornée d'un nombre infini de stries très fines qui disparaissent vers le crochet. Valve supérieure moins convexe que l'autre, creusée à son centre d'une dépression qui se reproduit dans la valve opposée. En plaçant la région cardinale en avant, on s'aperçoit que son côté droit se retire fortement sur la moitié de sa largeur, tandis que l'autre côté s'abaisse dans la proportion d'une hauteur égale, ce qui la rend très difforme. — Aubeterre.

*Terebratula Boucheroni*, H. Coq.

Hauteur, 35 millim.; largeur, 33 millim.

Coquille presque ronde, déprimée, complétement lisse. Valve supérieure convexe, légèrement arquée, légèrement recourbée vers le sommet et tronquée, présentant à la région palléale une faible inflexion. Valve supérieure convexe, un peu moins bombée que la supérieure. Ouverture arrondie, de grandeur moyenne, munie d'un petit deltidium. Commissure des valves légèrement ondulée vers la région palléale.—Lavalette, à la base de l'étage.

*Terebratula Clementi*, H. Coq.

Longueur, 26 millim.; largeur, 24 millim.

Coquille de forme ovale, allongée vers la région cardinale, dilatée vers la base où elle se termine par un angle festonné, lisse au sommet, ornée de côtes larges au nombre de 10. Valve supérieure bombée, régulièrement convexe, à crochet peu recourbé et tronqué à son sommet. Dix côtes larges, espacées, se détachant des rebords, divergent sous forme d'éventail ou se dirigent vers la partie médiane de la valve où elles s'effacent graduellement. La partie centrale de cette valve est creusée par une dépression sous forme de gouttière, à laquelle correspond sur la valve opposée un bourrelet large et saillant. Valve inférieure convexe, reproduisant les mêmes dispositions que dans l'autre côté, mais avec transposition du relief. Ouverture ronde. Commissure des valves festonnée ou denticulée. — Aubeterre.

*Terebratella santonensis*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, pl. 518, fig. 5-9. — Barbezieux, Salles, Aubeterre, Royan, Mortagne

— *orthisiformis*, H. Coq.

Espèce tétragone, ornée de côtes dichotomées vers leur périphérie, présentant un sinus très prononcé sur la valve supérieure qui correspond à une saillie sur la valve opposée. — Aubeterre, collection de M. Hébert.

*Crania Ignabergensis*, Retzius, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, pl. 525, fig. 16. — Aubeterre, Royan.

— *Heberti*, H. Coq.

Espèce étroite, conique.—Aubeterre, collection de M. Hébert.

*Orbicula lamellosa*, d'Archiac, *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 181, pl. II, fig. 7. — Royan.

Rayonnés. — *Échinodermes.*

*Cidaris clavigera*, Koen., Desor, *Synops.*, p. 12.

*C. margaritifera*, Aucl. — Talmont.

— *sceptrifera*, Mantell, *Scol. of Sussex*, pl. 17, fig. 18-22. — Aubeterre, Talmont.

— *subvesiculosa*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 274, n° 1255. — Aubeterre, Barbezieux, Lavalette, Royan, Talmont.

— *Ramondi*, Leym., *Mém. Soc. géol.*, t. IV, pl. 9, fig. 11. — Aubeterre, Barbezieux.

— *granulo-striata*, Desor, *Synops.*, p. 14. — Arrondissement de Cognac, Royan.

— *Jouanneti*, Des Moul., Desor, *Synops.*, p. 33, pl. 5, fig. 14. — Royan, Périgord.

— *cyathifera*, Agass., Desor, *Synops.*, p. 33, pl. 5, fig. 15. — Dordogne.

— *spinosissima*, Agass., Desor, *Synops.*, p. 33, pl. 5, fig. 20. — Aubeterre, Barbezieux, Royan.

*Phymosoma corollare*, Des., *Synops.*, p. 88. — Aubeterre, Barbezieux, Lavalette, Royan, Périgord.

— *magnificum*, Des., *Synops.*, p. 88. — Aubeterre, Barbezieux, Royan.

— *saxatile*, Desor, *Synops.*, p. 87. — Aubeterre.

— *circinatum*, Desor, *Synops.*, p. 88. — Lavalette, Barbezieux, Royan.

*Phymosoma Sæmanni*, H. Coq.

Magnifique espèce plus grande que le *magnificum* dont elle diffère par un plus grand espacement des plaques des aires interambulacraires, par les tubercules moins saillants, et surtout par l'absence de rangées de tubercules secondaires. Ceux-ci étant réduits au nombre de quatre ou cinq, très petits et disposés à la base seulement de la coquille, les lignes de pores décrivent des arcs très prononcés au droit des plaquettes. Diamètre, 41 mill. —Royan, École des mines.

— *girumnense*, Desor, *Synops.*, p. 88. — Royan, Talmont.

— *Kœnigii*, Desor, *Synops.*, p. 86, pl. 15, fig. 1-4. — Lavalette.

— *ornatissimum*, H. Coq.

*Cyphosoma ornatissimum*, Ag., *Cat. rais.*, p. 48. — Lavalette, Gurac, Aubeterre, Saint-Séverin, Royan.

— *regulare*, Desor, *Synops.*, p. 89. — Cognac, Royan, École des mines.

— *sulcatum*, Desor, *Synops.*, p. 90.—Aubeterre, École des mines.

*Pseudodiadema pusillum*, H. Coq.

Cette espèce, dont le diamètre est de 6 millim. au moins, m'a paru présenter à peu près les mêmes ornements que le *P. Kleinii*. — Aubeterre.

— *miliare*, H. Coq.

*Cidarites miliarites*, d'Arch., *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 479, pl. 11, fig. 8. — Royan, Aubeterre.

*Goniopygus Baylei*, H. Coq.

*G. Menardi*, Des., *Synops.*, p. 94, pl. 14, fig. 15 et 16 *a* (*exclus*, fig. 16 qui est celui du Mans).

Cette espèce est beaucoup plus large et plus haute que le *G. Menardi*. Surfaces des plaques ocellaires et génitales granulées, tandis qu'elles sont lisses dans celle-ci. Plaques du sommet plus inégales et moins épatées. — Royan, collection de l'École des mines.

*Cottaldia Michelini*, H. Coq.

Espèce voisine par la taille de la *C. granulosa*, mais en différant en ce que les tubercules sont disposés en séries horizontales tant sur les aires ambulacraires que sur les aires interambulacraires. — Royan, École des mines.

*Psammechinus Desori*, H. Coq.

Espèce très tuberculeuse, à aires ambulacraires, se dessinant sous forme de tranches saillantes; ornée de deux rangées de tubercules réguliers, au milieu desquelles sont de nombreuses granulations. Aires ambulacraires portant une rangée régulière de tubercules et parsemée de nombreuses granulations vers la région des zones porifères, et de quelques granulations seulement dans l'espace intermédiaire.

Diamètre, 35 millim.

Royan, École des mines.

*Hyposalenia heliophora*, Des., *Synops.*, p. 148. — Barbezieux, Aubeterre.

*Discoidea lævissima*, Desor, *Cat. rais.*, p. 90.—Aubeterre, Royan.

*Globator petrocoriensis*, Agass., *Cat. rais.*, p. 92. — Aubeterre, Périgord.

*Pyrina ovulum*, Agass., Desor, *Synops.*, p. 90, pl. 26, fig. 8-10. — Aubeterre, Dordogne.

*Echinobrissus minor*, Desor, *Synops.*, p. 266. — Barbezieux, Royan.

— *Moulinsii*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, pl. 961, fig. 1-5. — Charente.

— *Collegnii*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, pl. 960, fig. 1-5. — Aubeterre, Couze.

*Nucleolites crucifer*, Morton, *Synops.*, p. 75, pl. 3, fig. 15.

*Trematopygus crucifer*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, pl. 953, fig. 10-11, et pl. 963, fig. 1-5. — Couze.

*Botriopygus Nanclasi*, H. Coq.

Coquille très déprimée, elliptique, beaucoup plus longue que large, plus large à la partie postérieure qu'en avant. Dessus légèrement convexe, dont le point culminant correspondant au sommet se trouve placé en avant aux deux tiers environ de la coquille. Le pourtour est convexe, obtus, non anguleux. Dessous un peu convexe au milieu et surtout vers la région buccale. Bouche pentagonale, excentrique, portée en avant, pourvue de cinq bourrelets, et entourée d'une rosette de pores courts, pétaloïdes; les pores profondément impressionnés. Anus marginal, disposé en fente ovalaire. Ambulacres lancéolés, très longs, très étroits, dépassant au delà du pourtour extérieur où ils se dilatent, mais s'effaçant sous la face inférieure de la coquille. Les zones des pores sont étroites, en creux, et laissent un espace convexe très étroit au milieu de chaque ambulacre. Ces zones consistent en deux points opposés, enfoncés à l'extrémité d'une rainure alternant avec de petits côtés ornés de granulations. — Lavalette et la Dordogne.

*Catopygus elongatus*, Desor, *Cat. rais.*; d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, pl. 975, fig. 1-6. — Barbezieux, Royan.

*Rhynchopygus Marmini*, d'Orb., *Terr. crét.*, p. 324, pl. 927. — Port de Léna (Dordogne), Royan.

*Faujassia Faujassi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 347, pl. 923. — Lanquais, Barbezieux.

*Conoclypus Leskei*, Agass., *Cat. syst.*, p. 5. — Bardenac, Brossac, Saint-Séverin, Aubeterre.

— *acutus*, Agass., d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 347, pl. 947. — Lavalette, Royan.

— *ovum*, Agass., d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 349, pl. 948. — Saintes et Coze.

*Ananchytes ovata*, Lam., t. III, p. 25, n° 1.

*A. Gravesii*, Desor, *Cat. rais.*, p. 136.

*A. gibba*, Lam., t. III, p. 25, n° 3.

*A. striata*, Lam., t. III, p. 25, n° 2.

*A. conica*, Agass., *Cat. syst.*, p. 2. — Aubeterre, les Essards, Lavalette, Blanzac, Barbezieux, Segonzac, Bonneuil, Archiac, Royan, Dordogne.

*Cardiaster ananchytes*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 131, pl. 826. Aubeterre, Lanquais.

*Hemipneustes radiatus*, Agass., *Cat. syst.*, p. 2. — Lanquais.

*Micraster coranguinum*, Agass., *Cat. syst.*, p. 2. — Lonzac, Barbezieux.

— *Leskei*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 215, pl. 669. — Lonzac, Lavalette.

— *integer*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 219, pl. 902. — Barbezieux, Royan.

*Hemiaster prunella*, Desor, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 242, pl. 881. — Aubeterre, Barbezieux.

— *Koninki*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 255, pl. 885. — Aubeterre.

— *breviusculus*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 255, pl. 888. — Aubeterre.

— *Moulinsi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. VI, p. 247, pl. 883. — Lanquais, Royan.

*Pentetagonaster stratiferus*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 274, n° 1260. — Barbezieux, Lavalette, Lanquais, Royan.

— *chiliporus*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 274, n° 1261. — Talmont.

— *Moulinsii*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 274, n° 1262. — Lanquais.

— *punctulatus*, H. Coq. — Environs de Saintes.

*Bourgueticrinus æqualis*, d'Orb., *Crinoïdes*, pl. 17, fig. 10-12. — Aubeterre.

— *ellipticus*, d'Orb., *Crin.*, pl. 17, fig. 1-9. — Tout-Blanc, à la base de l'étage.

ZOOPHYTES.

*Cyclolites cancellata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 275, n° 1277.

*Fungia cancellata*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. I, p. 48, pl. 14, fig. 5. — Royan.

— *cupularia*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 275, n° 1280. — Royan, Lanquais.

*Diploctenium subcirculare*, Edw. et Haime, *Ann. sc. nat.*, t. X, p. 246, pl. 6, fig. 4. — Royan.

— *lamellosum*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 277, n° 1294. — Royan.

*Aplosastrea gemminota*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 277, n° 1297. — Royan.

*Astrea royana?*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 277, n° 1304. — Royan.

*Ceriopora subdichotoma*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 278, n° 1322. — Royan.

— *cryptopora*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. I, p. 33, pl. 10, fig. 3. — Saintes.

*Polytrema sphæra*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 279, n° 1336. — Royan.

— *urceolata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 279, n° 1338. — Royan.

*Nullipora glomerata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 279, n° 1348. — Royan.

*Foraminifères.*

*Orbitolites media*, d'Archiac, *Mém. Soc. géol.*, t. II, p. 178. — Barbezieux, Bardenac, Aubeterre.

*Orbitolina gigantea*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 280, n° 1354. — Salles, Gimeux, Royan.

— *radiata*, d'Orb., *Prodr.*, p. 280, n° 1351. — Royan.

ANORPHOZOAIRES.

*Verticilites Goldfussi*, d'Orb., *Prodr.*, p. 285, n° 1463. — Aubeterre, Royan.

*Siphonia lycoperdites*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 285, n° 1466. — Aubeterre, Salles, Juillac-le-Coq.

*Spargispongia rugosissima*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 286, n° 1483. — Royan.

*Cliona irregularis*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 289, n° 1551. — Aubeterre.

*Rhyzospongia pictonica*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 286, n° 1482. — Barbezieux, Saint-Séverin, Lavalette.

## 4e ÉTAGE BORDONIEN.

MOLLUSQUES. — *Céphalopodes.*

*Nautilus Dekayi*, Morton. — Philippeaux, à l'ouest de Lamerac.

*Acéphales.*

*Lithodomus hippuritum*, H. Coq.

Cette espèce, voisine du *L. intermedius*, a été recueillie au-dessus d'Aubeterre, engagée dans un polypier.

*Ostrea Lamcraciana*, H. Coq.

Longueur, 135 millim.

Coquille très irrégulière, de forme généralement trapézoïdale, déprimée et plate, quoique étant à surface inégale et tourmentée, bosselée et gauche dans son ensemble. Sommet obtus, à talon

extérieur oblique et fortement recourbé, se terminant dans le sens de la courbure par une expansion aliforme gaufrée. Des stries frangées se détachent du sommet de la coquille, en suivant les bords externes, et se perdent vers le milieu des valves. Valve inférieure adhérente sur toute sa face. Impression musculaire très grande, arrondie. Têt feuilleté. — Philippeaux, Maine, Blanc, Aubeterre.

*Rudistes.*

*Radiolites Bournoni*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 260, n° 994; Bayle, *Bull. Soc. géol.*, t. XIV, p. 648, pl. 13, fig. 1, 2, 3.

*Sphærulites Bournoni*, Desm., *Essai sur les Sphér.*, p. 130, pl. 9, fig. 1.

*Radiolites Hæninghausi*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, pl. 565, 566 (*exclus*, pl. 567).

*R. calcœolides*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 260, n° 1002. — Talmont, Couze, Saint-Mametz.

— *ingens*, d'Orb., *Prodr.*, t. II. p. 260, n° 1004.

*Sphærulites ingens*, Des Moul., *Essai sur les Sphér.*, p. 123, pl. 10, fig. 3, 3 *a*. — Couze, Saint-Mametz, Maine-Roi.

— *Jouanneti*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 223, pl. 564, fig. 1-2.

*Sphærulites Jouanneti*, Des Moul., *Essai sur les Sphér.*, p. 99, pl. 3, fig. 1-2. — Philippeaux, Maine-Roi, Aubeterre, Lanquais, Saint-Mametz.

*Sphærulites Toucasi*, Bayle.

*Radiolites Toucasiana*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 216, pl. 557. — Saint-Mametz.

— *cylindraceus*, Des Moul., *Essai sur les Sphér.*, p. 107, pl. 4, fig. 1, 2, 3. — Lanquais, Saint-Mametz.

*Hippurites radiosus*, Des Moul., *Essai sur les Sphér.*, p. 144, pl. 9, fig. 2.

*H. Lapeirousii*, Goldf., *Petref. Germ.*, p. 303, pl. 165, fig. 5ᵃ, 5ᵇ, 5ᶜ, 5ᵉ, 5ᶠ.

*H. Espaillaci*, d'Orb., *Terr. crét.*, t. IV, p. 177, pl. 535, fig. 4, 5, 6. — Philippeaux, Maine-Roi, Aubeterre, Saint-Mametz, Maestricht.

*H. Lamarckii*, Bayle, *Bull. Soc. géol.*, t. XIV, p. 697. — Beaumont (Dordogne).

*Zoophytes.*

*Aplosastrea gemminata*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 277, n° 1297. — Maine-Blanc, Aubeterre.

*Cryptocœnia rotula*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 277, n° 1302. — Maine-Blanc.

*Synastrea filamentosa*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 277, n° 1309. — Maine-Blanc.

*Antinhelia elegans*, d'Orb., *Prodr.*, t. II, p. 278, n° 1315. — Maine-Blanc.

*Ceriopora madreporacea*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. I, p. 21, pl. 8, fig. 3. — Aubeterre.

— *racemosa*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. I, p. 21, pl. 8, fig. 2. — Maine-Blanc.

— *cryptopora*, Goldf., *Petref. Germ.*, t. I, p. 33, pl. 10, fig. 3. — Maine-Blanc.

*Récapitulation.*

| ÉTAGES. | VERTÉBRÉS. | ARTICULÉS. | MOLLUSQUES. | | | | | | | | Foraminifères. | Amorphozoaires. | Végétaux. | Total. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Céphalopodes. | Gastéropodes. | Acéphales. | Rudistes. | Brachiopodes. | Bryozoaires. | Échinodermes. | Zoophytes. | | | | |
| 1. Gardonien. . . . . | 1 | » | » | » | 1 | » | » | » | » | » | » | » | 9 | 11 |
| 2. Carentonien. . . . . | 8 | 1 | 7 | 29 | 72 | 10 | 8 | 11 | 35 | 26 | 13 | 5 | » | 225 |
| 3. Angoumien. . . . . | » | » | 12 | 6 | 4 | 5 | » | 39 | » | » | » | » | » | 66 |
| 4. Provencien. . . . . | » | » | » | 6 | 2 | 5 | » | » | » | 11 | » | » | » | 24 |
| 5. Coniacien. . . . . | 3 | 1 | 2 | 3 | 16 | 3 | 2 | 1 | 5 | » | » | » | » | 36 |
| 6. Santonien. . . . . | 5 | 2 | 8 | 27 | 39 | 1 | 8 | 143 | 27 | 4 | » | 8 | » | 272 |
| 7. Campanien. . . . . | 4 | » | 11 | 41 | 105 | 8 | 12 | 106 | 56 | 11 | 3 | 5 | » | 362 |
| 8. Dordonien. . . . . | » | » | 1 | » | 2 | 7 | » | » | » | 7 | » | » | » | 17 |
| Totaux. . . . . | 21 | 4 | 41 | 112 | 241 | 39 | 30 | 300 | 123 | 59 | 16 | 18 | 9 | 1043 |

Pour justifier les concordances que nous admettons entre nos divers étages et ceux de la craie des bassins de la Loire et de la Seine ainsi que de la Belgique, il nous reste à signaler ici un certain nombre d'espèces communes à ces diverses contrées et au sud-ouest, et l'on verra que les lois de distribution des espèces fossiles se trouvent d'accord avec celles déduites de la stratification.

ÉTAGE CARENTONIEN.

*Ammonites navicularis.*
— *Wolgari.*
— *Fleuriausi.*
— *Vieilbanci.*
*Globiconcha rotundata.*
*Pterodonta inflata.*
*Strombus incertus.*
— *inornatus.*

*Cardium Guerangeri.*
*Arca Tailleburgensis.*
— *Guerangeri.*
— *Ligeriensis.*
*Lima intermedia.*
— *varusensis.*
— *simplex.*
— *subconsobrina.*
— *subabrupta.*
*Pecten virgatus.*
— *elongatus.*
*Janira phaseola.*
— *dilatata.*
*Spondylus hystrix.*
*Ostrea carinata.*
— *flabella.*
— *biauriculata.*
— *columba.*
— *diluviana.*
— *haliotidea.*
— *lingulata.*
*Rhynchonella Lamarkii.*
— *compressa.*
*Terebratula biplicata.*
— *phaseolina.*
*Terebratella Menardi.*
*Terebratella carentonensis.*
*Sphærulites Fleuriausi.*
*Caprina striata.*
— *costata.*
*Goniopygus Menardi.*
*Cottaldia granulosa.*
*Peltastes acanthodes.*
*Salenia personnata.*
*Caratomus faba.*
— *trigonopygus.*
*Catopygus columbarius.*
*Pygurus lampas.*
*Archiacia santonensis.*
*Micraster Michelini.*
*Holaster cenomanensis.*
*Hemiaster Verneuilli.*
— *Orbignyi.*
*Lasmophyllia pateriformis.*
*Cœlosmilia sulcata.*
*Cryptocœnia Fleuriausi.*
*Stephanocœnia littoralis.*
*Centrastrea cenomana.*
— *Michelini.*

(Ces espèces sont presque toutes du Mans.)

ÉTAGE ANGOUMIEN.

*Nautilus sublævigatus.* — Montrichard.
*Ammonites Geslini.* — Touvois.
— *peramplus.* — Saumur.
— *papalis.* — Montrichard.
— *Rochebruni.* — Saumur.
— *Deveriæ.* — Montri.
*Pleurotomaria Gallieni.* — Poncé.
*Cardium guttiferum.* — Montri.
— *productum.* — Saumur.
*Radiolites cornu-pastoris.* — Pouvois-la-Flèche.
*Radiolites lumbricalis.* — Sainte-Cirotte.

ÉTAGE PROVENCIEN.

*Hippurites cornu-vaccinum.* — Saint-Cristophe.

ÉTAGE CONIACIEN.

*Ammonites Noueli.* — Saint-Paterne.
*Lima semi-lunata.* — Blois.
*Janira quadricostata.* — Tours.
*Ostrea auricularis.* — Tours.
*Terebratula Arnaudi.* — Tours.
*Phymosoma regulare.* — Tours.
*Holectypus turonensis.* — Tours.

ÉTAGE SANTONIEN.

*Lamna subulata.* — Meudon.
*Euchodus Lewesinsis.* — Meudon.
*Pycnodus paullelus.* — Meudon.
*Ammonites Bourgeoisi.* — Villedieu.
— *polyopsis.* — Tours.
— *santonensis.* — La Flèche.
*Baculites incurvatus.* — Tours.
*Scaphites constrictus.* — Tours.
*Pleurotomaria distincta.* — Tours.
— *turbinoides.* — Tours.
*Conus tuberculatus.* — Tours.
*Pholadomya Esmarki.* — Aix-la-Chapelle.
*Arcopagia circinalis.* — Tours.
*Venus subplana.* — Tours, Aix-la-Chapelle.
— *uniformis.* — Tours.
*Mytilus divaricatus.* — Tours.
*Lithodomus contortus.* — Vendôme.
*Spondylus truncatus.* — Villedieu.
— *spinosus.* — Touraine.
*Pecten Dujardini.* — Tours.
*Janira quadricostata.* — Tours.
— *striato costata.* — Blois.
*Trigonia limbata.* — Tours.
— *disparilis.* — Tours.
*Arca santonensis.* — Saint-Cristophe.
*Ostrea turonensis.* — Tours.
— *proboscidea.* — Tours.
— *Matheroni* (*spinata*). — Tours.
— *frons.* — Tours.
— *santonensis.* — Tours.
— *talmontiana.* — Tours.
*Rhynchonella vespertilio.* — Tours, Liége.
— *Eudesii.* — Tours.
— *Baugasi.* — Tours.
*Terebratula semiglobosa.* - Tours.
*Terebratulina echinulata.* — Tours, Vendôme.
— *coniacensis*, — Tours.
*Phymosoma rugosum.* — La Flèche, Vendôme.
— *sulcatum.* — Villedieu.
— *regulare.* — Tours.
*Salenia scutigera.* — Sarthe.
— *geometrica.* — Tours.
— *heliopora.* — Tours.
*Galerites vulgaris.* — Dieppe.
*Pyrina ovata.* — Tours.
— *ovulum.* — Tours.
*Nucleolites parallelus.* — Tours.
*Discoidea excisa.* — Tours.
*Cidaris cyathifera.* — Tours.
— *vendocinensis.* — Tours.
*Holaster semistriatus.* — Beauvais.
*Micraster brevis.* — Villedieu.
*Hemiaster nasutulus.* — Tours, Villedieu.
— *angustipneustes.* — Villedieu, Tours.
*Bourgueticrinus ellipticus.*
*Siphonia Koningii.* — Tours.
*Jerea cupula.* — Tours.
*Marginospongia irregularis.* — Saint-Cristophe.
*Amorphospongia ramosa.* — Touraine.
*Rhyzospongia pictonia.* — Tours.

ÉTAGE CAMPANIEN.

(Espèces communes avec Maestricht et Ciply.)

*Nautilus Dekayi.*
*Baculites Faujassi.*
*Natica Royana.*
*Natica rugosa.*
*Avicula approximata.*
*Lima semisulcata.*

*Lima truncata.*
*Pecten Nilssoni.*
— *multicostatus.*
*Janira quadricostata.*
— *Dutemplei.*
*Ostrea pyrenaica.*
— *canaliculata.*
— *vesicularis.*
— *laciniata.*
— *lunata.*
— *harpa.*
— *frons.*
— *Matheroni.*
— *subinflata.*
— *cornu-arietis.*
— *larva.*
*Sphærulites Hœninghausi.*
*Hippurites radiosus.*
*Rhynchonella octoplicata.*
*Crania Ignabergensis.*
*Hyposalenia heliophora.*
*Rhynchopygus Marmini.*
*Faujassia Faujassi.*
*Conoclypus Leskei.*
*Ananchytes ovata.*
*Cardiaster ananchytis.*
*Hemipneustes radiatus.*
*Hemiaster prunella.*
— *Koninki.*
— *breviusculus.*
*Bourgueticrinus ellipticus.*
— *æqualis.*
*Cyclolites cancellata.*
*Aplosastrea gemminata.*
*Ceriopora cryptopora.*
*Orbitolites media.*
*Verticilites Goldfussi.*

(Espèces communes avec Meudon, Chavot, Néhou, Orglande.)

*Nautilus Dekayi.* — N.
*Baculites anceps.* — N.
*Inoceramus impressus.* — O.
*Trigonia echinulata.* — Villedieu.
*Inoceramus Lamarkii.* — Sens.
*Crassatella Marroti.* — Villedieu.
*Spondylus Dutemplei.* — C.
*Janira Dutemplei.* — C.
*Ostrea santonensis.* — Blois.
— *canaliculata.* — C.
— *vesicularis.* — M.
— *frons.* — Louviers.
*Rhynchonella octoplicata.* — M.
*Cidaris clavigera.* — Dieppe.
— *sceptrigera.* — M.
*Phymosoma saxatile.* — M.
*Ananchytes ovata.* — M.
*Olfaster pilulus.* — M.
*Cardiaster anachytis.* — M.
*Micraster Leskei.* — Dieppe.
*Bourgueticrinus ellipticus.* — M.
*Verticillites Goldfussi.* — N.
*Cliona irregularis.* — M.
*Polytrema sphæra.* — C.
— *urceolata.* — M.

(Espèces communes avec Gensac, Tripoli et l'Algérie.)

*Nautilus Dekayi.* — G.
*Natica rugosa.* — G.
*Plicatula aspera.* — A.
*Janira quadricostata.* — A., T.
— *sexangularis.* — G.
*Inoceramus truncatus.* — A., T.
*Ostrea pyrenaica.* — G., A., T.
— *santonensis.* — A.
— *vesicularis.* — G., A.
— *talmontiana.* — A.
— *cornu-arietis.* — A.
— *Owerwegi.* — A.
— *Matheroni.* — A.
— *larva.* — G., A.
*Hemipneustes radiatus.* — G., A.
*Orbitolites media.* — G.

ÉTAGE DORDONIEN.

| | |
|---|---|
| *Hippurites radiosus.* – Maestricht. | *Antinhelia elegans.* — Maestricht. |
| *Aplosastrea gemminata.* — Id. | *Ceriopora madreporacea.* — Id. |
| *Cryptocœnia rotula.* — Id. | — *racemosa.* — Id. |
| *Pynastrea filamentosa.* — Id. | — *cryptopora.* — Id. |

Depuis le jour où ce mémoire a été présenté à la Société, de nouveaux envois de fossiles de la Charente et des découvertes récentes faites par MM. Guéranger, Triger et moi, dans la Sarthe et dans la Touraine, ont augmenté d'un certain nombre d'espèces le total indiqué ci-dessus pour la faune crétacée du sud-ouest, en même temps qu'ils ont accru le nombre d'espèces identiques entre nos horizons et ceux des autres contrées que nous leur avons comparés. C'est là un fait important à signaler, car il confirme pleinement nos déductions, et démontre une fois de plus, malgré quelques dénégations que l'on a de la peine à comprendre, la constance des lois qui ont présidé à la distribution des animaux fossiles dans la série des terrains, et les erreurs étranges dans lesquelles sont tombés les géologues qui ont méconnu la constance de ces lois.

# RÉUNION EXTRAORDINAIRE

## A LYON (RHÔNE),

Du 1er au 11 septembre 1859.

Les membres de la Société géologique qui ont assisté à cette réunion sont :

MM.

Barotte,
Berthaud,
Bertrand-Geslin (le baron),
Cotteau,
Damour,
Danglure,
Désoudin,
Ébray,
Ferry (H. de),
Fournet,
Goubert,

MM.

Gruner,
Guirand,
Jaubert (le comte),
Jourdan,
Lory,
Marès (Paul),
Mérian, de Bâle,
Michelin (Hardouin),
Rouville (Paul de),
Studer, de Berne.

Ont assisté aux séances et aux courses, en qualité de membres étrangers :

MM.

Audry (Alphonse), de Lyon ;
Billiet (Francisque), de Lyon ;
Daix (Victor), élève de l'École des mines de Paris ;
Drian aîné, ingénieur civil, à Lyon ;
Grisard, géomètre-triangulateur, à Lyon ;
Loche, élève de l'École des ponts et chaussées à Paris ;
Lortet, de Lyon ;

MM.

Mandy (Jean-Claude), de Collonges (Rhône) ;
Milson, négociant, et ses deux fils, à Lyon ;
Rhasis, ancien élève de l'École des mines à Constantinople ;
Scéligman, de Lyon ;
Soulier (Antoine), curé à Visc (Drôme) ;
Tisserandot (Bernard), ancien sous-préfet de Vienne ;
Vaillant (Léon), de Paris.

## *Séance du jeudi 1er septembre 1859, à Lyon.*

PRÉSIDENCE DE M. MICHELIN.

Le 1er septembre, à midi, les membres présents se sont réunis au Palais-Saint-Pierre, dans la salle des cours, mise à la disposition de la Société durant sa session à Lyon par la haute sollicitude de M. le sénateur Vaisse, chargé de l'administration du Rhône.

M. Hardouin Michelin, membre du Conseil, en l'absence de M. Hébert, Président de la Société, et des autres membres du Bureau, occupe le fauteuil de la présidence et appelle auprès de lui MM. Jourdan et de Rouville pour former le Bureau provisoire.

M. Michelin déclare la session de Lyon ouverte; il rappelle en quelques mots le but que se propose la Société géologique de France dans les sessions extraordinaires. Il termine en exprimant, en son nom et au nom de tous, les profonds regrets provoqués par la mort de Victor Thiollière, collègue tout ensemble plein d'amabilité et de science, et par l'absence de M. Dumortier, retenu chez lui par un deuil de famille. M. Dumortier veut bien offrir à la Société de lui ouvrir, aux heures qui lui conviendront le mieux, ses collections particulières. La Société, reconnaissante, accepte cet offre; elle vote l'insertion dans le procès-verbal des regrets exprimés par M. Michelin.

M. le Président invite les membres de la Société à procéder à la nomination du Bureau pour la session extraordinaire de 1859.

Sont nommés membres du Bureau :

*Président :* M. Fournet.
*Vice-Présidents :* MM. Mérian et Jourdan.
*Secrétaires :* MM. Barotte et de Rouville.

Après l'installation du Bureau, M. Fournet, prenant la parole, remercie la Société de l'honneur qu'elle lui fait en le nommant président; il remercie également la Société au nom des vice-présidents et des secrétaires.

M. le Président lit une lettre de M. Hébert, Président de la Société, qui exprime ses regrets de ne pouvoir assister à la session de Lyon, comme il se l'était promis, une grave indisposition l'ayant forcé de renoncer à tout travail durant quelques semaines. La Société partage ces regrets et en réclame l'expression au procès-verbal.

Lecture est donnée d'une deuxième lettre de M. Hébert, transmettant à la Société, de la part de l'administration du chemin de fer de Paris à la Méditerranée, une autorisation de parcours à prix réduit, sur cette ligne, pour tous les membres de la Société géologique, durant ses courses dans les environs de Lyon, et pour le retour vers Paris ou Marseille.

M. le Président donne lecture d'une circulaire relative à l'exposition d'objets d'histoire naturelle qui doit avoir lieu à Montpellier (Hérault), au mois de mai 1860, à l'occasion du concours régional. MM. les collecteurs ou administrateurs d'établissements publics sont invités à y produire les objets qui peuvent présenter quelque intérêt pour l'histoire naturelle de la région du sud-est de la France. Des médailles sont instituées pour récompenser les exposants qui se feront remarquer par leurs envois.

M. Désoudin dépose sur le bureau le numéro du *Bulletin*, qui contient la dernière séance de juin dernier ; les membres présents peuvent, si bon leur semble, se le faire adresser à Lyon.

Sont également déposées sur le bureau, pour la bibliothèque de la Société, deux notices de M. Morlet, intitulées, l'une : *Les dunes de sable mouvant de Saxon* (*Valais*), et l'autre : *Sur le terrain quaternaire du bassin du Léman.*

Sont présentés pour être membres de la Société :

MM.

Drian, ingénieur civil, à Lyon, présenté par MM. Fournet et Jourdan ;

Soulier, curé, à Visc (Drôme), présenté par MM. Michelin et Lory ;

Billiet (Francisque), de Lyon, présenté par MM. Fournet et Jourdan ;

VAILLANT, de Paris, présenté par MM. Danglure et Jourdan.

Comte D'ALLEIZETTE, de Terney, directeur des postes, à Nantua, présenté par MM. Mérian et Studer.

M. Jourdan informe la Société que M. le sénateur Vaisse aurait voulu présider à l'installation de la Société géologique, mais qu'une séance du conseil général l'en a empêché. Il ajoute que M. le sénateur se propose de réunir la Société dans les salons de la Préfecture.

La Société, reconnaissante, décide qu'elle ira en corps présenter ses hommages à M. le sénateur Vaisse.

Le programme des excursions est soumis à l'approbation de la Société et est arrêté d'une manière définitive. Il sera imprimé et distribué dès le soir même.

Lecture est donnée de la note suivante de M. Scipion Gras, que des travaux hydrauliques dans le département des Basses-Alpes empêchent de se rendre à la session.

*Sur les caractères du terrain de transport connu aux environs de Lyon sous le nom de* diluvium alpin *ou de* conglomérat bressan; par M. Scipion Gras.

On observe aux environs de Lyon un terrain de transport extrêmement intéressant, que nous considérons comme étant le plus ancien de la période quaternaire. Il a été nommé tantôt *diluvium alpin*, tantôt *conglomérat bressan;* nous-même nous avons proposé de l'appeler *diluvium inférieur*, à cause de sa position géologique, et par la raison qu'il existe dans la vallée du Rhône plusieurs diluvium distincts également d'origine alpine. Cependant, pour plus de clarté, nous emploierons dans cette note l'expression *diluvium alpin* qui jusqu'à présent a été la plus généralement adoptée.

Les principaux caractères de ce terrain de transport sont : 1° d'être complétement indépendants de la mollasse; 2° d'être composés d'un sable plus ou moins argileux, en général riche en carbonate de chaux, dans le sein duquel sont disséminés tantôt des cailloux tout lisses et bien arrondis, tantôt avec ces mêmes cailloux des blocs anguleux et des cailloux finement striés dits *glaciaires;* 3° de renfermer des restes de corps marins.

Un des points les plus commodes dans le voisinage de Lyon

pour constater l'indépendance du diluvium alpin relativement à la mollasse est le village de Saint-Fons. On y voit très clairement la mollasse assez bien stratifiée et offrant ses caractères habituels, puis au-dessus une masse de sable et de cailloux en mélange confus. La ligne séparative est bien distinctement sinueuse, et il n'y a pas la moindre liaison entre les deux terrains. Ce fait a été mentionné il y a déjà bien longtemps par M. Élie de Beaumont, dans son mémoire sur les terrains de transport du Dauphiné. Il est à remarquer que la mollasse de Saint-Fons forme un îlot sur les bords du Rhône, et qu'à quelques kilomètres de là, en suivant le fleuve au nord ou au sud, on n'en aperçoit plus aucune trace, ce qui indique qu'avant le dépôt du diluvium alpin la partie la plus basse de la vallée avait déjà été profondément excavée.

Les cailloux glaciaires du diluvium alpin s'observent dans un grand nombre de lieux. Nous citerons particulièrement la première des carrières de sable et de gravier qui avoisinent la gare du chemin de fer de Genève au faubourg Saint-Clair. Cette carrière, d'où l'on a tiré autrefois une énorme quantité de remblai pour la voie ferrée, a été entamée dans le sein du diluvium, et en montre la composition sur une hauteur qui atteint jusqu'à 30 mètres environ. La base et la partie moyenne du terrain de transport mis à découvert offrent un sable fortement argileux, nullement stratifié, empâtant des cailloux roulés, les uns quartzeux ou granitiques, les autres calcaires. Parmi ces derniers beaucoup sont rayés ; leurs stries sont très nettes, et en général nombreuses. Cette masse argilo-caillouteuse renferme aussi de gros blocs plus ou moins arrondis, ayant jusqu'à un demi-mètre cube de volume. Ceux que l'on a extraits du gravier pendant les fouilles ont été laissés sur place, et on les voit encore aujourd'hui épars à la surface du sol. Nous en avons compté une trentaine dont les deux tiers au moins sont de nature calcaire ; les autres sont des granites ou des grès à anthracite. La plupart des blocs calcaires sont d'origine néocomienne ou jurassique. Nous en avons remarqué deux couverts de stries sur toutes leurs faces, qui nous ont paru identiques avec les calcaires noirs schisteux qui constituent en partie le terrain à anthracite des Alpes centrales. La partie supérieure de la carrière présente une composition sensiblement différente de celle de la base. En haut le terrain consiste en cailloux roulés et en sable formant des strates irréguliers, peu continus et cependant distincts, arrangement qui est évidemment l'ouvrage des eaux. Les cailloux sont en partie agglutinés par un ciment calcaire, ce qui les fait passer à un poudingue solide dont de gros

quartiers ont roulé jusqu'au pied de l'escarpement. Nous avons cherché vainement des cailloux rayés dans ce poudingue et dans le gravier environnant; ils en sont entièrement dépourvus. La carrière de Saint-Clair que nous décrivons offre donc cette disposition remarquable d'une masse argilo-caillouteuse remplie de débris glaciaires, et surmontée de strates de gravier et de sable ayant un caractère purement torrentiel.

Un peu plus à l'est, on observe un autre escarpement du diluvium alpin qui est presque exclusivement sableux et qui a été également exploité, puis à 100 mètres de là, précisément en face de la gare du chemin de fer de Genève, une troisième carrière d'où l'on tirait encore du gravier en septembre 1858. Celle-ci offre comme la première quelques blocs erratiques, et beaucoup de cailloux rayés qui nous ont paru disséminés dans toute la masse du terrain de transport, depuis sa base jusqu'à sa partie la plus élevée. En continuant à suivre la grande route de Genève, on rencontre, à l'endroit nommé *Pont-de-Vassieux*, une ancienne gravelière qui présente une belle coupe du diluvium. Le sable et les cailloux forment des strates assez nets qui sont visibles sur plusieurs mètres de longueur, ce qui n'empêche pas que l'on y trouve beaucoup de cailloux rayés à la base et à la partie moyenne de l'escarpement.

Le diluvium alpin à débris glaciaires, que nous venons de suivre le long de la grande route de Lyon à Genève, constitue la masse principale du plateau qui sépare le Rhône de la Saône; il se montre par conséquent à découvert sur les bords de cette dernière rivière où il renferme également des galets rayés. Près de l'île Barbe, on voit sa superposition immédiate sur le terrain de gneiss et de granite des environs de Lyon. Le plateau est recouvert par un dépôt argilo-sableux superficiel, en général ocreux et pauvre en carbonate de chaux, qui, à partir du Rhône, s'étend au loin vers le nord. M. Benoît, qui a publié sur la constitution géologique de la Bresse méridionale un mémoire détaillé et intéressant (1), a montré que les terrains les plus anciens de cette contrée étaient des dépôts que tous les géologues s'accordent à considérer comme tertiaires, savoir la mollasse marine et la formation à lignite avec fossiles d'eau douce qui lui succède immédiatement, puisqu'au-dessus on avait la série suivante, en allant de bas en haut : 1° un terrain de transport composé de cailloux tous bien arrondis, que l'auteur nomme *conglomérat bressan;*

(1) *Bulletin de la Société géologique*, t. XV, p. 315.

2° une assise argilo-caillouteuse renfermant des cailloux rayés et de gros blocs erratiques ; 3° une alluvion argilo-sableuse appelée *limon jaune*, d'épaisseur variable, dans le sein de laquelle on a trouvé des restes d'Éléphants. Au nombre des localités qui offrent la succession dont nous venons de parler, M. Benoît cite Châtillon-sur-Chalaronne où de profondes entailles, pratiquées pour l'exploitation du gravier, ont mis à découvert l'intérieur du sol bressan. Nous avons visité ces carrières avec beaucoup d'attention et constaté l'exactitude de la description qui en avait été donnée. Seulement nous avons observé quelques nouveaux faits qui, en s'ajoutant à ceux que M. Benoît a publiés, modifient un peu ses conclusions. Il nous a paru qu'il n'y avait pas de séparation nette entre le terrain de transport nommé *conglomérat bressan* et l'assise à cailloux rayés qui le surmonte, séparation qui serait certainement tranchée, si l'un de ces dépôts était tertiaire et l'autre quaternaire. En outre, sur la rive gauche de la Chalaronne, nous avons trouvé, bien au-dessous de la masse argileuse avec matériaux glaciaires, et dans le sein même des strates de sable et de galets qui constituent le conglomérat bressan, des cailloux rayés parfaitement caractérisés. Nous croyons en conséquence que les deux dépôts ne doivent pas être séparés sous le rapport de l'âge, et qu'en les réunissant on a le terrain de transport connu de la plupart des géologues sous le nom de diluvium alpin. Quant à la formation superficielle nommée par M. Benoît *limon jaune*, nous ne doutons pas qu'elle ne soit indépendante du diluvium glaciaire situé au-dessous. Nous ajouterons que ce limon jaune n'est pas toujours privé de cailloux ; il en renferme au contraire quelquefois un grand nombre qui sont exclusivement quartzeux. Il est impossible de parcourir sur une certaine étendue la surface de la Bresse, sans rencontrer çà et là, épars dans les champs, ces cailloux de quartz ; ils frappent d'autant plus l'observateur qu'il n'en voit pas d'autres. Cette formation argilo-sableuse, mêlée quelquefois de cailloux de quartz, nous a paru correspondre rigoureusement à un dépôt de même nature qui couronne les plateaux du bas Dauphiné, et notamment celui des environs de Roybon. Cette correspondance a été au reste établie depuis longtemps par M. Élie de Beaumont dans le savant mémoire que nous avons eu déjà l'occasion de citer.

Le troisième caractère du diluvium alpin aux environs de Lyon, et même à une grande distance de cette ville, est de renfermer des corps marins, découverte importante due à M. Jourdan. Ce sont des restes de polypiers, des valves de balanes, et surtout une

espèce de buccin que notre regretté confrère M. Thiollière avait nommé *Buccinum Terverii*. Dans une course que nous avons eu l'avantage de faire avec M. Jourdan, cet habile paléontologiste nous a fait voir ces restes organisés sur le versant du plateau de la Bresse qui regarde la Saône, entre Caluire et Fontaines, et du côté opposé dans les carrières de gravier de Saint-Clair. Dans ce dernier lieu, les corps marins se trouvent pêle-mêle avec les gros blocs et les cailloux rayés du diluvium : les uns et les autres ont été certainement déposés en même temps. Nous n'insisterons pas davantage sur la présence de ces fossiles ; car, bien mieux que nous, M. Jourdan indiquera à la Société géologique en quoi ils consistent et les lieux où on les rencontre. Nous ferons seulement observer qu'ils paraissent être un indice certain que pendant la période quaternaire nos continents ont été envahis par la mer, ce qui est d'ailleurs confirmé par beaucoup d'autres faits.

Le diluvium alpin est une formation extrêmement puissante et d'une vaste étendue. En partant de Lyon, on peut la suivre dans tout le bas Dauphiné jusqu'à l'entrée des vallées du Rhône et de l'Isère ; de là elle pénètre dans l'intérieur des Alpes, en Savoie et en Suisse, où elle conserve une grande constance de caractères, surtout en ce qui concerne les cailloux glaciaires. Ainsi, en remontant la vallée de l'Isère, on observe sur le bord de cette rivière, au pied du plateau qui domine le fort Barrana, un grand nombre de galets rayés, et de gros blocs engagés dans le sable et le gravier ordinaire. Ce terrain de transport, offrant quelquefois des indices assez nets de stratification, forme, depuis Sainte-Marie-d'Alloix jusqu'au delà de Chapareillan, une terrasse haute en moyenne de 60 à 70 mètres au-dessus des alluvions modernes. On la voit encore, quoiqu'elle ait été en partie démantelée par les eaux, aux Marches (Savoie), et un peu plus loin, entre ce village et la station du chemin de fer nommée *Route de Grenoble*.

Dans la vallée du Drac, près d'Avignonet, le diluvium alpin présente la coupe suivante, en commençant par le bas : 1° une épaisseur de 25 à 30 mètres d'une argile ocreuse, rougeâtre, mêlée de cailloux granitiques, amphiboliques, calcaires, etc. ; les uns bien arrondis, les autres à formes anguleuses. Parmi les galets calcaires, plusieurs sont couverts de stries. Cette argile caillouteuse repose immédiatement sur les calcaires schisteux du terrain jurassique. 2° Une assise épaisse de 15 à 20 mètres, composée de sable et de cailloux avec indices de stratification, et agglutinés par un ciment calcaire ; on n'y remarque ni blocs anguleux ni cailloux rayés. 3° Une masse considérable de marne argileuse

bleuâtre qui rappelle de loin celle du terrain jurassique, au point qu'au simple aspect il est facile de les confondre; on y trouve disséminés du sable, du menu gravier, des cailloux roulés, souvent striés; enfin des blocs erratiques dont quelques-uns ont plus d'un mètre cube de volume. Cette dernière assise a près de 50 mètres de puissance, et constitue la surface de tout le plateau. Il résulte de cette coupe que nous avons faite avec le plus grand soin que, sur les bords du Drac à Avignonet, une partie du diluvium dépourvue de matériaux glaciaires se trouve intercalée entre deux autres qui en sont remplies. Un fait exactement semblable a été observé dans le diluvium de la Savoie près d'Armoy par M. Morlot (1), et ce savant en a conclu qu'il y avait eu dans les Alpes deux époques glaciaires distinctes. Nous avons soutenu nous-même cette opinion, mais par des raisons différentes de celles sur lesquelles M. Morlot s'est appuyé. Nous interprétons autrement que lui le fait qu'il a cité et celui d'Avignonet. Nous croyons que les deux assises à matériaux glaciaires et celle qui les sépare, dont les caractères sont purement torrentiels, doivent être rapportées à une seule et même époque géologique correspondant au diluvium alpin. Ce diluvium a été, suivant nous, une immense alluvion glaciaire déposée dans le sein d'une nappe d'eau où les moraines et les cailloux charriés par les courants se sont entassés, en donnant lieu tantôt à des assises successives et distinctes, tantôt à un mélange confus des matières transportées.

Nous venons de faire connaître en peu de mots les trois principaux caractères du diluvium alpin, qui sont d'être indépendants de la mollasse; d'offrir un mélange de parties, les unes glaciaires, les autres torrentielles; enfin de renfermer des restes de corps marins. Nous n'ajouterons à cet exposé aucune considération théorique; car ce qu'il importe avant tout, c'est d'établir solidement les faits. Ceux qui sont consignés dans cette note nous ont paru positifs et d'une vérification facile; nous espérons qu'ils fixeront l'attention de la Société.

*Observations relatives à la notice de M. Gras sur le diluvium alpin;* par M. Fournet.

Les caractères assignés au diluvium alpin par M. Gras sont :

1° D'offrir particulièrement des blocs anguleux et des cailloux finement striés, dits *glaciaires*, de composition variée.

(1) *Archives des sciences physiques, etc., de Genève*, t. III, p. 127, année 1858.

2° De renfermer, mêlés avec les cailloux et les blocs du diluvium, des restes de corps marins dont la découverte importante est due à M. Jourdan ;

3° De contenir des assises à cailloux rayés et des assises à cailloux non rayés, lesquelles ne se prêtent à aucune distinction nette. Elles sont surmontées de bancs caillouteux agglomérés.

4° D'être recouvert par un dépôt argilo-sableux, en général ocreux, pauvre en carbonate de chaux (lehm), indépendant du diluvium glaciaire ; souvent caillouteux.

5° De s'étendre fort au loin dans le pays, et notamment dans les vallées alpines.

6° D'être complétement indépendant de la mollasse qui se forme qu'un état à Saint-Fons, car elle ne se retrouve ni au nord ni au sud.

J'ai depuis longtemps constaté ces divers points, j'ai signalé d'une manière toute spéciale l'existence, dans le Lyonnais, des blocs rayés, anguleux ou non, parfois d'un poli aussi parfait que le comporte la nature des matériaux. Leur découverte remonte à 1840 ; elle fut faite du moment où M. Agassiz eut indiqué d'une façon précise, les caractères de ces rayures. M. Guyot en fit mention au congrès de Chambéry sans cependant nommer le géologue qui l'en avait informé. Toutefois, l'inventeur de ces blocs et cailloux n'a jamais cru devoir les considérer comme ayant une origine glaciaire. Depuis trop longtemps, il connaît les *miroirs*, les *cuirasses*, les *rayures*, les *sillons* qui se montrent jusque dans l'intérieur des filons métallifères, ou quartzeux, pour accepter le frottement glaciaire comme devant être l'unique cause de ces accidents. Quelquefois ces stries sont dirigées dans deux sens différents, indiquant par conséquent autant de mouvements discordants qui ont affecté la masse filonienne (gîtes métallifères de l'Aveyron, *Ann. de la Soc. d'Ag. de Lyon*, 1842). Je rappelle d'ailleurs que les gneiss de la vallée de Roche-Cardon se détachent en plaques discoïdales à surfaces polies et striées. La roche polie du Saint-Bernard que MM. les glaciéristes invoquaient à l'appui de leurs assertions au sujet des effets glaciaires n'était précisément autre chose que le résultat d'une action souterraine du même ordre. D'ailleurs d'autres causes variées peuvent agir dans le même sens. Au congrès de Lyon en 1841 (*Revue du Lyonnais*), M. Lortet proposait l'intervention très rationnelle de torrents boueux cheminant même avec lenteur, mais agissant par leur pression. En 1857, M. Daubrée (*Bull. géol.*) a reconnu expérimentalement que les rayures peuvent s'effectuer sans grande

vitesse, sous l'influence de pressions convenables; que de grandes vitesses peuvent faire rayer un corps dur par un corps mou, ce que l'on savait du reste par l'expérience des mécaniciens qui coupent l'acier trempé ou des pierres dures, avec de simples plaques circulaires en tôle tournant vivement autour de leur centre. Et puis comment obtient-on les facettes striées et polies du grenat si ce n'est en l'appliquant avec une force assez minime contre des meules de grès? Cependant ces almandines rayent le quartz dans les conditions ordinaires du frottement. Enfin dans nos grosses grêles, j'ai vu les grêlons, poussés obliquement contre des murs, rayer leur crépi aussi nettement que le fait une balle de fusil. Ces effets rappellent donc les rayures qui ont affecté les roches en place, ce que j'appelle des coups de gouge.

Partant ainsi de la connaissance de faits pratiques, j'admettais, au moins déjà en 1841 (*Cong. de Lyon*), que les débacles diluviennes, tout autrement agissantes que nos torrents les plus impétueux, charriant non-seulement les cailloux ou blocs, un à un, mais donnant une énergique impulsion à des convois entiers de ces débris, ont très bien pu placer sur les hauteurs lyonnaises des masses munies de tous leurs caractères dits *glaciaires*, sans que pour cela ceux-ci soient dus à l'action d'un glacier. Je ne rejette pas pour cela l'idée d'une extension des glaciers, plus grande à certaines époques qu'elle ne l'est maintenant. Certaines anciennes moraines des vallées alpines, leur énorme puissance, leur distance des glaciers actuels, ont même fortement fixé mon attention, et parmi celles-ci je range en première ligne, pour la vallée de l'Arve celle des Avanchers dont on ne parle guère malgré ses caractères si précis. Mais je déplore sincèrement l'abus du caractère si peu precis de la rayure, par lequel MM. les glaciéristes compliquent inutilement les phénomènes de la dernière grande période géologique.

Attachant aussi une certaine importance à la nature des cailloux composant le diluvium, j'en ai donné une liste avec l'indication de leur provenance. Elle a été augmentée de quelques espèces par M. Drian (*Min. et pétral.*, Drian 1849).

Indépendamment des rayures, des polis, des angles conservés ou émoussés, j'ai remarqué des cassures, à la fois conoïdales et étoilées, pénétrant dans certains calcaires compactes, et de plus, j'ai observé des blocs fort gros, cassés ou clivés en deux parties gisant l'une à côté de l'autre, sur le plateau de Sathouay. Ces faits semblent indiquer des chocs violents peut-être même des projections qui se concilieraient assez bien avec l'action diluvienne.

Quelques autres blocs n'avaient pas même leurs arêtes ou les angles émoussés, et pourtant ils venaient des Alpes et du Jura.

N'insistant pas pour le moment sur la présence des fossiles marins au milieu de ces détritus, je passe au troisième caractère assigné au dépôt par M. Gras, la présence des lits composés alternativement de cailloux rayés et de cailloux non rayés. Il eût été à propos de préciser la nature des deux genres de matériaux si différement affectés par les effets de transports. M. Gras eût ajouté en cela l'appui de son autorité aux inductions précédentes. Au surplus, admettant l'arrivée de convois successifs partis de divers points, non-seulement des Alpes, mais même des montagnes lyonnaises, je crois pouvoir expliquer de cette façon les alternances, en tenant d'ailleurs compte de la dureté et des autres propriétées physiques des diverses roches. Quant à l'agglomération caillouteuse superficielle de M. Gras, elle n'est autre chose que mon *béton calcaire*, lequel, étant formé par les infiltrations calcaires venant le plus souvent de la terre végétale, doit être nécessairement superficiel. Cependant les infiltrations descendent quelquefois fort bas, et de plus elles ne sont que locales, de façon qu'une masse de béton, espèce de stalactite grossière, est souvent séparée verticalement d'avec sa voisine par un cailloutis demeuré meuble. En outre selon la nature des matériaux, les bétons ont pu se former sans présenter des relations bien manifestes avec la surface.

Le quatrième point indiqué par M. Gras, savoir le recouvrement argilo-sableux, ocreux, souvent caillouteux et indépendant du diluvium glaciaire, mérite également une remarque. En effet ce dépôt superficiel n'est autre chose que le lehm sur lequel j'insiste dans une autre partie de ce rapport. Cependant j'ajoute immédiatement que ce dépôt argilo-sableux n'est pas toujours purement superficiel. On en voit des lames incluses entre les cailloutis et même quelquefois à des niveaux assez bas. En cela donc je donne au dépôt une plus grande importance que M. Gras. D'ailleurs, même dans ses parties les plus superficielles le lehm contient des blocs erratiques indépendamment des cailloux. Fort souvent encore ces blocs reposant immédiatement sur la terre végétale sont un objet de curiosité ou de remarque pour les habitants des locatités voisines. En 1841 au congrès scientifique de Lyon (*Revue du Lyonnais*), M. Lortet a donné au sujet de cette disposition, une explication déduite des effets que présentent les *nants sauvages* ou torrents boueux des Alpes. Dans leurs mouvements, ils font surgir à la surface les blocs qui étaient confondus

dans leur intérieur avec les menus cailloux, les sables et les argiles. J'ajoute que cet effet, si palpable sur tous les talus d'entraînement, se remarque même sur les routes, quand elles ont été mal confectionnées, chargées de pierrailles entremêlées de gros morceaux. Ceux-ci soulevés d'un côté par la pression d'une roue de voiture, laissent glisser sous eux les parties menues qui les environnent; une autre roue, faisant incliner les pierres dans un sens différent, occasionne la répétition du même fait, si bien que d'oscillations en oscillations, de remplissages en remplissages successifs des vides, les blocs finissent par se trouver portés à la surface où ils font le désespoir des voituriers. Cette explication fort simple s'applique de tous points aux torrents boueux et par suite aux torrents diluviens.

A l'égard du cinquième point, celui de l'extension lointaine de ce dépôt diluvien, et notamment de son établissement dans les vallées alpines et ailleurs, j'ajoute que déjà ce fait avait frappé mon attention. On en trouvera la preuve parmi les détails de la réunion de Chambéry (1844), l'une des plus remarquables de toutes, grâce à la bonne direction imprimée par M. le chanoine Chamousset. Ce savant consciencieux a rendu compte de mes aperçus au sujet d'une débâcle diluvienne qui, descendue des hauteurs du Grand-Charnier et autres sommités d'Allevard, a suivi son cours rectiligne par la plaine de Chambéry, et par l'espace qu'occupe le lac de Bourget. Là, s'associant aux lances venant du Valais, elle a pu entremêler ses produits avec ceux que les autres courants ont amenés sur les hauteurs de Monterny et de la Croix-Rousse.

M. Chamousset a trouvé des dépôts erratiques soit glaciaires, soit diluviens sur la montagne d'Aiguebellette et autres, à des altitudes de 1200 mètres. La Dent-du-Chat, et le Signal d'Oncin (alt. 1400 mètres) surmontaient ces nappes, car elles n'ont laissé aucuns vestiges de leur passage sur ces points. Au surplus j'ai cité d'autres détails du même ordre dans une notice sur le diluvium de la France, m'attachant plus spécialement aux phénomènes de notre pays que je suis sur les plateaux de la Lozère, du Rouergue, et jusque dans les plaines languedociennes des environs de Roujan. Sans doute, comme toutes choses, ces indications générales ont besoin d'être soumises à une revue soignée, à des corrections essentielles. Mais il n'en restera pas moins établi que j'ai émis dès lors diverses indications capitales. Entre autres, comme l'avaient montré avant moi les savants suédois, j'expliquai par l'action des ricochets successifs d'une puissante lame d'eau les formes de ces

buttes du Lyonnais et de la Suède, abruptes d'un côté, le côté d'amont choqué par les eaux, tandis que, du côté opposé, côté d'aval, elles se prolongent en pente douce. Ainsi se formèrent les talus d'entraînement étalés sur les plaines aux débouchés des vallées bressannes et du Bas-Dauphiné, et les ébauches de nos grandes vallées d'érosion avec leurs divers étages dont quelques-uns avaient déjà été indiqués par M. Boubée à l'occasion de son post-diluvium toulousain. Autour de Lyon en particulier, ces étages sont dessinés fort nettement, par exemple, à Villeurbanne, le long de la balme viennoise, à Beynort d'où un gradin s'étend jusqu'à la Pape, dans la vallée de Francheville, à la Tour-du-Pin, autour des lignites, etc. Nulle part d'ailleurs ces gradins ou étages successifs ne sont si largement et si remarquablement développés, que dans les parties de la vallée de la Durance entre Sisteron et la Pierre-Seize ou le défilé de Mirabeau. On en peut compter jusqu'à trois, à divers niveaux, et de plus en plus dégradés en raison de leur hauteur, c'est-à-dire de leur ancienneté, car les concavités, où coulent actuellement la plupart de nos rivières, ont été creusés par ces flots dont la force allait en diminuant. Sont survenues ensuite les actions des eaux de la période actuelle qui travaillent à leur façon, à altérer l'état primitif de ces excavations successives. Le long des balmes bressanes entre autres, elles ont produit des anfractuosités, qui ne sont pas des déchirures de soulèvement, mais de véritables résulats de la corrosion du sol, bien qu'ils ne manquent pas d'une certaine hardiesse. Plus d'une de ces découpures, décorée du nom de *torrent* présente des escarpements, des grottes, et autres accidents auxquels la végétation, les arbres prêtent du charme et dont le pittoresque est rehaussé par d'antiques castels, par des châteaux modernes, ceux de Miribel, de Montluel, de Varambon, etc. Plantés sur les berges, et flanqués de rapides défilés, ils dominent fièrement les plaines du Rhône et les vallées qui pénètrent dans la Bresse. Ainsi donc, malgré l'incohérence supposée des cailloutis, ils sont susceptibles de présenter une grande somme de résistance et ils la doivent au bétonage calcaire qui a fait l'objet de mes études.

Tous ces détails étaient nécessaires pour placer la grande théorie diluvienne à son véritable point de vue. On conçoit que du moment où j'insistais sur ces faits dès l'année 1841 (*Revue du Lyonnais*), je devais concevoir quelques doutes au sujet de la puissance des débâcles de lacs alpins ou autres, admises par M. Élie de Beaumont à une époque antérieure. Toutes seules elles paraissent trop exiguës pour des effets si grandioses.

Il semble d'après cela, que c'est à tort que M. d'Archiac m'a critiqué au sujet de la théorie des débâcles de lacs dont il savait pourtant bien que je n'étais pas l'inventeur. Au surplus la suite des détails sur le phénomène diluvien fera comprendre que la théorie de M. Élie de Beaumont est loin d'être réduite au néant.

Il ne reste plus qu'à examiner les dernières propositions de M. Gras. Elles concernent la mollasse marine qu'il croit indépendante de l'ensemble désigné sous le nom de diluvium alpin, et qu'il considère, en outre, comme n'étant représentée aux environs de Lyon que par l'îlot de Saint-Fons, attendu qu'à quelques kilomètres de là, en suivant le Rhône, au nord et au sud, on n'en aperçoit plus aucune trace.

A l'égard de cette dernière partie, je rappelle que la mollasse se montre à Lyon qui n'est pas très éloigné au nord de Saint-Fons. On la retrouve ensuite à Neuville (Ain) d'où elle a été suivie jusqu'à Trévoux, dessinant un étage particulier en forme de gradin dont l'uniformité n'est que momentanément interrompue par la grande échancrure diluvienne qui produit les deux vallées de Mamieux et de Neuville. A ce gradin correspondent d'ailleurs diverses sources bien distinctes de celles des conglomérats, ainsi que je l'ai expliqué à l'occasion de mes recherches sur les sources des environs de Lyon (*Ann. de Soc. d'agr. de Lyon*, 1839). De même au sud, elle reparaît aux environe de Ternay, où je l'ai rencontrée à Notre-Dame-de-Limon, à Lagarde, à Communay, près de Simandre et de Saint-Symphorien-d'Ozon lors des explorations que je fis du terrain houiller de Ternay (*Ann. de la Soc. d'ag. de Lyon*, 1838). Plus loin, on la retrouve à Vienne (*Congrès scient. de France*, 1842), et dans cette étendue, j'ai vu des buttes de cette formation tellement découpées que, dans le sens de la verticale, le cailloutis s'y trouve juxtaposé aux sables. En cela j'admettais dès lors avec M. Gras, que « avant le dépôt du diluvium alpin, la partie la plus basse de la vallée du Rhône avait » déjà été profondément excavée ».

Enfin pour ce qui concerne l'indépendance du terrain de transport caillouteux par rapport à la mollasse, je regarde la coupe de Saint-Fons comme n'étant pas démonstrative à cet égard, car on peut n'y voir que le dépôt d'un dernier flot diluvien, effectué sur une portion de mollasse dont la partie supérieure avait été décapée par des actions antérieures. Il fallait donc chercher ailleurs des preuves plus démonstratives, et c'est ce qu'a fait M. Thiollière.

On trouvera les opinion émises par les géologues lyonnais sur

tertiaires de la petite chaîne du Mont-d'Or, le Mont-d'Or en face et les différentes assises qui le composent se trahissant de loin par leurs colorations respectives; sur la droite, les montagnes du Beaujolais; en face, les montagnes du Lyonnais, au sud, le Pilat, partie de la grande chaîne appelée par M. Fournet, Cébenno-vosgienne, laquelle se prolonge de la montagne Noire à Mayence. Ces vues panoramiques ne sont pas seulement précieuses pour le touriste amateur de larges horizons: le géologue y trouve une ressource précieuse pour la distinction des divers éléments orographiques de la contrée qu'il étudie, éléments toujours en rapport étroit avec la constitution géologique.

Le mamelon de sables présente une alternance de couches sableuses et de couches plus caillouteuses. Les graviers et cailloutis s'y présentent en parties cimentées à contours irréguliers, dont M. Fournet a montré plusieurs dessins faits par lui au moment où les coupes étaient dans toute leur fraîcheur. Il en résulte que ces bétons calcaires ne sont en définitive que de grosses et irrégulières stalactites, chargées de cailloux et provenant de l'infiltration des eaux qui se sont chargées de calcaire en passant au travers de la terre végétale. Les galets proviennent la plupart des Alpes et consistent en quartzites et en calcaires noirs. A la partie supérieure, les sables ont fourni des fragments de Buccins et des débris d'autres coquilles marines. La tranchée montre à découvert des couches de cailloutis à éléments désagrégés qui surmontent les couches caillouto-sableuses et celles du lehm. Ces mêmes dépôts se retrouvent sur la rive gauche de la Saône entre Fontaines et l'île Barbe.

Sur les bords du fleuve un affleurement de couches calcaires arrête un moment la Société; ce sont des calcaires pétris de Gryphées arquées et dont les surfaces rongées et criblées de trous de Pholades témoignent de leur situation littorale par rapport à une situation marine subséquente. Le relèvement de ces couches s'opère régulièrement vers le Mont-d'Or, mais seulement à un niveau qui permet de croire à l'existence d'une cassure qui aurait dessiné les premiers traits de la vallée de la Saône. Des fragments d'*Ammonites Bucklandi* ont été trouvés sur ce même point.

Ces couches perforées, découvertes par M. Grisard, ont été mises à nu par suite des travaux récents entrepris pour améliorer la route. Longtemps auparavant, on n'en connaissait que les parties qui étaient dans le lit même de la Saône où on les découvrait pendant les basses eaux.

Un peu plus loin, vis-à-vis de l'île Barbe, et sur la montée vers la chapelle de Saint-Boniface, les mêmes dépôts tertiaires reposent sur un massif de gneiss et de micaschistes. Le dépôt caillouteux se compose de gros bétons intermittents irréguliers, séparés comme de coutume par des graviers meubles. Ces cailloux incohérents ont été soutenus sur de certaines étendues par des murs ou par de simples blocages. Quelques lits sableux et marneux donnent naissance à des sources établies à divers niveaux. Il serait d'ailleurs téméraire de rapporter ces argiles ou ces marnes aux assises à lignite, correspondantes à celles de la Tour-du-Pin. On ne voit ici aucune trace de fer en quantité notable et sur place. Celui qui se montre çà et là provient de la terre végétale ocreuse, jaune ou rubéfiée, éboulée de dessous les racines des arbres et des herbes qui couvrent les rampes escarpées de la berge, ou bien encore du gneiss inférieur, kaolinisé sur place.

Le gneiss de cette partie est un des plus remarquablement endurcis, feldspathisés de la contrée. Sa solidité est décelée par la petite presqu'île qu'il forme en face de l'île Barbe; non-seulement il a opposé aux actions érosives qui ont creusé le lit de la rivière une résistance telle qu'il obligea celle-ci à faire un contour ; mais encore les dépenses pour l'entamer ont déterminé les ingénieurs à faire monter la route sur cette arête. Il est encore probable que l'île Barbe n'existe que par suite de la même cause. En effet, on retrouve cette roche dans la profonde tranchée du chemin de fer près de Saint-Rambert. Enfin cette bande pénètre dans le fond du vallon de Roche-Cardon où elle fait naître des escarpements. Dans ce même ensemble se trouve un filon d'amphibolite très tenace accompagné de feldspath. M. Fournet est porté à le considérer comme étant un équivalent de la roche à oligoclase de Francheville (Drian, *Min. et Pétral*, 1849).

M. Fournet considère le relèvement du gneiss qui supporte

l'ensemble des assises caillouteuses et sableuses susdites, comme étant une dépendance de l'exhaussement du Pilat, de même que les arêtes primordiales qui traversent Lyon et le Mont-d'Or, etc. Ce sont autant de jalons disposés en lignes parallèles au Pilat, et dont le détail a déjà été donné à l'occasion des recherches faites sur les sources du plateau bressan et des environs de Lyon en général (*Ann. de la Soc. d'ag. de Lyon*, 1839). Nulle part ces eaux ne sont plus volumineuses que dans les dépressions comprises entre ces arêtes gneissiques, dépressions comblées par les sédiments tertiaires. Au surplus, ce cailloutis se prolonge vers la demi-lune de Vaise, et le gneiss avec le micaschiste reparaît ensuite à la montée d'Écully. Ici les graviers rouges constituant l'horizon des Mastodontes se montrent de nouveau et supportent une assez forte épaisseur de lehm dont les couches supérieures renferment quelques galets parmi lesquels se distinguent des matériaux originaires des montagnes lyonnaises. Les Succinées et les Hélix se trouvent en abondance sur la portion plus exclusivement marneuse. C'est dans le lehm qu'ont été creusés les fossés du fort de la Duchère qui en ont offert de belles coupes à la Société.

Après le résumé fait par M. le Vice-Président, plusieurs membres présentent quelques observations qui portent la plupart sur le dépôt du lehm, sur sa relation avec les blocs erratiques, sur son origine et sa nature. M. Jourdan considère les blocs erratiques comme étant toujours supérieurs au lehm; ces blocs y auraient pénétré à des profondeurs quelquefois très grandes; quant à sa nature, elle est variable et a donné quelquefois lieu à des subdivisions qui ne tiennent le plus souvent qu'à des phénomènes chimiques secondaires; ainsi le lehm rouge est toujours plus argileux que le lehm jaune qui est plus exclusivement siliceux; le calcaire se dissout à la longue, et finit par disparaître entièrement; de là des lehms absolument dénués de calcaires. M. Jourdan établit ensuite les rapports étroits qui relient la question du lehm à celle des terres végétales; depuis longues années, sa participation aux travaux du comité agricole l'a amené à s'occuper d'une manière spéciale du sol arable et il n'est pas arrivé encore à une solution satisfaisante. Il a entrepris de former au musée de Lyon une

collection considérable des terres végétales du bassin du Rhône.

M. Fournet dit qu'il s'est également occupé du lehm (Drian, *Min. et Pétral.*, 1849). Il donne à ce sujet la note suivante :

*Note sur les phénomènes du lehm ;* par M. Fournet.

Les agents atmosphériques, l'eau, l'acide carbonique, s'accordent entre eux pour opérer le déplacement des carbonates calcaires disséminés dans la terre, et même pour les extraire des cailloux calcaréo-siliceux qui restent à l'état d'éponges friables. De son côté, le calcaire déplacé va se déposer ailleurs sous la forme incohérente de *farines minérales*, ou bien sous celle de rognons tuberculeux connus en Alsace sous le nom de *Kupfstein* ou de *Lehm-Kindchen* (enfants du lehm). Il se concentre quelquefois autour des racines qu'il pétrifie et dont il conserve grossièrement la forme, lors même que le ligneux a disparu ; de là les *ostéocolles* des anciens minéralogistes. Ce phénomène a été reconnu antérieurement, sur une bien plus grande échelle, dans les forêts de la Lorraine, par M. Haldatz (de Nancy). Du reste, la matière dissoute forme non-seulement les tubercules et les concrétions dont il vient d'être fait mention, mais encore des bancs entiers de lehm se trouvent solidifiés, convertis en pierre de taille. Enfin, les mêmes carbonates consolident les graviers en forme de bétons, tels qu'on en voit si souvent dans les conglomérats tertiaires du Lyonnais.

Indépendamment de ces effets, l'oxygène, l'eau et l'acide carbonique qui se condensent dans cette terre poreuse, agissent encore sur l'oxyde de fer. On voit se produire alors des phénomènes différents de ceux que MM. Kindler et Daubrée attribuent à l'acide carbonique, à l'acide crénique, et autres acides organiques sécrétés par les racines, ou provenant de la décomposition des végétaux. En effet, dans ce cas, le lehm et les sables sont décolorés, tandis que j'ai vu se produire une action inverse, indiquée par l'intense rubéfaction de la masse qui environne les racines, et cela indépendamment des concrétions calcaires et des blanchiments du genre de ceux des observateurs précédents.

En travaillant d'une autre manière sur cet oxyde de fer et sur celui de manganèse, les mêmes agents donnent naissance aux dendrites qui recouvrent si fréquemment certains cailloux du Lyonnais. J'ai même constaté qu'en général les solutions de fer jouis-

sent d'une puissance d'infiltration ou d'une fluidité moindre que celles du manganèse. C'est pourquoi les dendrites ferrugineuses sont plus rares ou plus grossières que les dendrites manganésiennes. Je ferai d'ailleurs bientôt remarquer à la Société d'autres phénomènes appartenant à cette catégorie. Pour le moment, j'insiste sur le fait de la production du lehm dans des circonstances très variées. Celui-ci peut d'abord se former en place aux dépens du sous-sol. Ainsi, sur les croupes les plus élevées du Mont-D'or, sur le plateau d'Oncin et autres montagnes jurassiques du Lyonnais, le calcaire, attaqué par les agents atmosphériques, laisse en place un lehm très argileux donnant une terre végétale généralement rousse, fine et légère. Cette même action met en évidence les jolis fossiles du Ciret, et cette multitude de nœuds de silex dégagés de leur gangue, le calcaire jaune, qui recouvrent certaines plages où on les recherche sous le nom de *charcoynns* pour le plus grand avantage des routes auxquelles ils fournissent d'excellents matériaux, tandis que de son côté l'agriculture tire parti des terres restantes pour ses productions. M. Ebelmen, (*Ann. des mines*, 1853) qui a suivi la voie que j'avais ouverte et a repris mes aperçus insérés dans la *Min. et Pétr. de* Driant (1839), a produit également au sujet de l'altération des roches stratifiées quelques énoncés qui viennent à l'appui des miens (*Ann. des mines* 1851).

Les résidus de la décomposition des granites et de quelques autres roches silicatées, exposés à l'air, souillés par diverses causes et surtout par la végétation, aboutissent également à la production de terres végétales quelquefois très argileuses.

Je rappellerai les travaux de MM. Pouriau et Sauvanau (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*, 1841), ainsi que les annotations de M. Grüner. M. Sauvanau avait plus particulièrement attaché le nom de *diluvium* à la partie supérieure du lehm qui est généralement d'un rouge brun, et dont la couche atteint 5 à 6 mètres d'épaisseur dans les montagnes du Bugey. Cependant je ferai remarquer que le lehm rouge de M. Sauvanau se montre aussi dans les environs de Lyon, sur le plateau de la Croix-Rousse, sur les rampes du Mont-d'Or, et dans la plaine dauphinoise. Il est fort souvent couché entre l'humus superficiel qui est gris ou brun et le lehm qui est jaune; mais on arrive aussi à rencontrer le lehm rouge simplement concentré autour des racines qui pénètrent directement dans le lehm jaune ordinaire. Il faut donc admettre pour le cas présent toute autre chose qu'un résultat diluvien, et par suite on en vient à accepter l'idée d'un simple effet de rubé-

faction, phénomène dont les causes sont encore très mystérieuses. D'ailleurs, dans la Bresse, le lehm est habituellement jaune; le rouge domine au contraire dans la plaine de la Guillotière. En allant de Lyon à Marseille, on passe fréquemment du lehm rouge au lehm jaune. Enfin, il est des cas où l'influence du sous-sol se manifeste d'une manière très expressive. Par exemple, dans les environs de Carthagène où s'étendent tour à tour des affleurements schisteux, siluriens, succédant à des nappes de mollasse, on peut voir les bandes du lehm, rubéfié, couvrir constamment les plages siluriennes, ou bien celles occupées par leurs détritus, tandis que les bandes du lehm jaunâtre sont au contraire placées sur le terrain tertiaire (1).

Ces altérations superficielles étant admises, il devient facile de comprendre aussi le rôle de l'action diluvienne. Les masses d'eau qui ont charrié les blocs et les cailloux ont pu certainement aussi balayer les lehms divers qu'elles rencontraient sur leur trajet et les déposer plus loin. D'un autre côté, les réactions, qui ont désorganisé les roches en place, ont également pu désorganiser, dans le même sens, une foule de détritus pulvérulents étalés à la surface du sol, ou même distribués jusqu'à une certaine profondeur par ces mêmes courants; ces détritus désorganisés sont devenus des lehms superficiels ou souterrains, dont la masse s'efface actuellement dans les autres, sous une physionomie commune et générale. Enfin, les simples eaux pluviales, les eaux sauvages, torrentielles, les rivières, déplacent encore continuellement des détritus capables de produire des lehms, et plus habituellement le lehm lui-même, déjà tout formé. Il en résulte parfois des accidents forts remarquables. Ainsi, j'ai vu à Genay d'anciens fours à cuire le pain, qui avaient été façonnés en creusant une cavité convenable dans une épaisse couche de lehm. Ces fours, qui avaient servi, se trouvent profondément cachés sous un lehm plus superficiel, mais en apparence intact. A côté d'eux on a découvert des défenses de sanglier et des médailles romaines portant l'effigie de Nerva. A Saint-Rambert, le lehm recouvre pareillement des débris de tuiles romaines. Il s'ensuit donc qu'il faut apporter une grande somme d'attention aux découvertes géologiques que l'on croit faire dans ces terrains meubles, avant de les faire passer

(1) Voir un mémoire de M. Pourian, professeur à l'école d'agriculture de la Saulsaie (Ain) (*Annuaire de la Société d'agriculture de Lyon*, 1858).

du domaine de la géographie physique dans celui de la géologie.

Durant l'excursion, j'ai fait remarquer un autre fait dont il importe encore de faire mention. C'est que le lehm est souvent fort confus contre les balmes bressanes et que même, sur quelques places, il est intercalé à toutes hauteurs avec les bancs de cailloux chargés eux-mêmes de blocs erratiques. En outre, ces assises ne sont pas toujours horizontales, mais parfois très contournées, et fort souvent lenticulaires, de façon que cette disposition rappelle à un haut degré l'influence d'une action torrentielle, qui d'ailleurs est d'autant plus admissible ici que l'on se trouve en face du grand débouché de Villebois. En tenant donc compte de ces indications, on arrive à concevoir l'idée de remaniements qui pourraient, au besoin, rendre raison de l'état trituré des coquilles marines, indépendamment de l'action littorale indiquée par M. Jourdan. En d'autres termes, il n'est pas encore bien établi si, à l'égard de cette trituration, les effets diluviens n'ont pas exercé une influence indépendante de celle des effets littoraux.

Toutefois, comment se fait-il que les Succinées et autres fossiles si fragiles du lehm se trouvent dans un état de parfaite conservation, malgré l'énergie que l'on accorde d'habitude aux mouvements diluviens. Sans doute on pourrait faire intervenir d'abord l'habitude qu'ont ces mollusques de s'enterrer dans certaines saisons, puis les remaniements superficiels du lehm, en appuyant le tout de l'ancienneté de ces Succinées et autres espèces associées. Mais la question change du moment où on l'envisage d'une façon plus générale. Ainsi, il existe des Hélix terrestres, bien conservés, dans les sables des conglomérats inférieurs et supérieurs aux couches de lignites de la Tour-du-Pin. Bien plus, le célèbre dépôt rouge de la Provence contient, au milieu de l'immense détritus qui longe la Sainte-Victoire, les Hélix également entiers au milieu même de cailloux. C'est donc une chose fort curieuse à la fois et fort intéressante, que cette conservation de ces fragiles enveloppes, tandis que les solides coquilles marines ont été si souvent pulvérisées dans des conditions à peu près pareilles.

En somme, il est impossible de trouver ailleurs des phénomènes plus complexes que dans cette terre superficielle. Elle intéresse à la fois par sa chimie, par son côté mécanique, par son influence sur la végétation, par sa paléontologie. Quelques-unes de ses parties remontent sans doute aux premiers âges du globe; d'autres sont évidemment modernes. Cependant, à l'égard de sa formation, je me sens porté à accorder une large part à la grande action diluvienne, parce qu'elle se concilie avec l'association des

cailloux, des blocs, des sables et du lehm, parce qu'elle n'est pas en contradiction avec l'universalité du dépôt, et que de ce côté enfin elle ne porte aucun préjudice à l'influence non moins puissante des actions atmosphériques.

La Société s'étant peu occupée de la question générale du système tertiaire des environs de Lyon, je crois devoir rappeler un dernier fait qui n'est pas sans importance à l'égard de ces dépôts caillouteux dont les découvertes de M. Jourdan tendraient à faire des formations essentiellement marines : c'est qu'ils paraissent ne s'être établis qu'après un intervalle assez long, durant lequel les influences locales agissaient seules dans le pays. Cette circonstance est démontrée par l'existence d'une épaisse couche de cailloux et de sables provenant de nos montagnes, car elle renferme, avec des porphyres, des gneiss et des granites parfaitements identiques avec ceux de nos environs. Cette couche est en évidence au bas de la balme que longe la route des Etroits sur la rive droite de la Saône depuis le tunnel du chemin de fer jusque près de la Mulatière. L'espace en question étant compris entre deux arêtes granitiques parallèles au système du Pilat, et du même genre que celles dont il a déjà été fait mention, tout porte à croire que les graviers et les sables qui s'y montrent ont été étalés dans le fond d'une vallée par un ancien torrent venant du bas plateau lyonnais. Leur véritable position, déjà mentionnée à l'occasion du tunnel de Saint-Irénée, est au-dessous de la mollasse marine.

Après ces diverses observations, M. le Vice-Président reprend la parole et rend compte de la course du samedi.

*Course du samedi 3 septembre.*

L'objet de la seconde course était l'étude des couches qui constituent le Mont-d'Or. Descendue à la station de Neuville, la Société a retrouvé dans une tranchée les argiles à *Mastodon arvernensis* et à *Rhinoceros megarhinus*, recouvertes par le lehm caillouteux à éléments quartzeux du Lyonnais. Les argiles sont peu ferrugineuses dans cette localité ; elles ont fourni dans la campagne Regné, lors des travaux exécutés pour l'établissement d'un bassin, une mâchoire de Rhinocéros. La Société a pu en constater le gisement, grâce à l'obligeance des propriétaires qui lui ont fait un accueil plein de spontanéité.

Derrière la maison d'habitation se trouve un grand escarpement de lehm sableux alternant avec des graviers, au-dessous duquel la couche ferrugineuse à Mastodontes occupe un niveau constant. M. Jourdan signale dans le lehm de ces localités des débris de Cerfs, d'Aurochs et d'Éléphants. Le conglomérat inférieur n'apparaît pas dans la campagne Regné; il est recouvert par les deux dépôts dont nous venons de parler, lesquels se prolongent avec une grande épaisseur jusque vers la moitié du village de Saint-Germain. La Société a reconnu dans la couche ferrugineuse un nombre assez considérable d'œtites dont M. Fournet a donné la théorie. M. Barotte a trouvé dans les marnes ferrugineuses une très belle empreinte de feuille.

Plus près de Saint-Germain, le gneiss affleure, recouvert bientôt par des détritus des terrains de la montagne et disparaissant sous la végétation. Un recouvrement immédiat par des couches puissantes de grès quartzeux n'est pas visible. Les anciennes carrières de ce grès, exploitées pour le pavage de la ville de Lyon, partiellement comblées aujourd'hui par des éboulis ou recouvertes de plantations, ne permettent pas à la Société de reconnaître sans solution de continuité la succession des diverses assises. Le grès est compacte, très siliceux. Sa position dans la série triasique n'est pas parfaitement déterminée. Le développement de cette série au Mont-d'Or ne suffit pas pour la parfaite élucidation de la question. Une course subséquente donnera l'occasion de revenir sur ce sujet.

A mesure qu'elle s'élevait pour gagner le sommet de la montagne, la Société trouvait successivement des marnes aux couleurs bigarrées, des calcaires jaunes d'aspect tuffacé, poreux, légers, calcaires appelés *complexes* par M. Fournet, rappelant les cargneules. M. Fournet a signalé dans les marnes qui les accompagnent la présence d'empreintes cubiques du sel gemme. Indépendamment de ces empreintes, il a trouvé dans les cargneules jaunes une fort jolie dent de saurien. Elle est sillonnée de nombreuses stries dans le sens de sa longueur. Enfin et sans autres couches intermédiaires, on rencontre des carrières réglées de calcaires à Gryphées arquées dont la présence au Mont-d'Or était signalée dès la montée de Saint-Germain par d'immenses dalles pétries de Gryphées qui servent de bornes aux

champs. La Société a examiné de près le grès exploité pour les pavés. Le lias à Gryphées arquées est exploité dans plusieurs carrières que la Société trouve sur son passage, et dont chacun des différents bancs porte un nom particulier dans la langue des carriers. Des quantités considérables de Gryphées arquées, quelques débris d'*Ammonites Bucklandi*, quelques individus du *Belemnites acutus* sont ramassés par les divers membres.

La Société longe ensuite un grand escarpement marneux constitué par le lias moyen et par le lias supérieur dont quelques fossiles détachés permettent de reconnaître les horizons respectifs : *Belemnites Bruguieranus*, *Terebratula numismalis*, *Ammonites planicosta*, *spinatus* pour le lias moyen dont la base se relie par une suite de lits calcaires avec le lias à Gryphées arquées, *Belemnites irregularis*, *Ammonites Walcotii*, *Raquinianus*, *radians*, *variabilis*, *opalinus*, *Nucula Hammeri* pour le lias supérieur. Ces talus marneux sont surmontés de couches calcaires compactes, de couleur jaunâtre, constituant la roche de Couzon. A sa base et immédiatement au contact se rencontre une couche à oolithes ferrugineuses donnant en abondance l'*Ammonites Walcotii*, l'*A. complanatus*, le *Belemnites unisulcatus* : c'est le rudiment de la couche à minerai de fer de la Verpillière que la Société aura l'occasion de visiter dans la prochaine course. La première assise de Couzon contient des impressions de *Fucus* qui rappellent celles des calcaires du Midi que M. Émilien Dumas a placées dans l'oolithe inférieure. M. Thiollière, dans la session de Nevers, rapprochait ces couches du lias supérieur (*Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XV, p. 718) ; il nomme ces *Fucus Chondrites scoparius*.

Le calcaire de Couzon contient des rognons ou des petits bancs de silex dont les débris s'accumulent sous le nom de *charveyrons*, et constituent un sol siliceux jaunâtre caractéristique de cet horizon géologique. La Société a remonté les diverses assises de la roche de Couzon, et a constaté à la partie supérieure l'existence d'une couche à bryozoaires et à radioles d'oursins, très remarquable, qui forme les sommets du Verdun et en constitue le revêtement extérieur du côté du mont Toux. Ce calcaire à bryozaires (*Spiropora laterotubigera*, *bajocensis*) rappelle la couche analogue des environs de Mâcon que M. de

Ferry dit intercalée entre les marnes à fucoïdes et le calcaire à polypiers. Pour M. de Ferry, la couche appelée *ciret*, et qui reste trop en contre-bas sur le flanc oriental du Mont-d'Or pour être observée par la Société, correspondrait à l'horizon de l'*Ammonites Parkinsoni* de Mâcon. M. Ébray, ayant, en compagnie de ce collègue, dans une course spéciale, étudié de plus près les terrains du Mont-d'Or, a résumé les résultats de ses recherches dans une note qui sera imprimée à la suite du rapport de cette journée.

La Société descend la pente assez rapide de la couche à bryozoaires, et rencontre vers le bas un escarpement constituant le Narcel qu'elle gravit en remontant la tête des couches. Cette orientation dans le relèvement des assises pouvait faire supposer au géologue étranger à ces localités que l'escarpement devait se composer d'un système de couches supérieures à celles qu'il venait de reconnaître; mais les premières assises marneuses qu'il rencontre et les calcaires qui les surmontent se révèlent dès les premiers pas, aussi bien par leurs caractères minéralogiques que par leur faune, pour n'être autre chose que la formation appelée dans le pays *choin bâtard : choin* à cause des assises de pierre réglées qui les font ressembler au choin de Villebois ; *bâtard*, à cause de l'absence de caractères qui ne permettent pas de l'exploiter partout pour les mêmes usages. Cependant il fournit quelquefois de fort belles pierres de taille, susceptibles de se laisser ciseler à cause de leur grain. Ce choin bâtard est inférieur à l'horizon de la Gryphée arquée. Il y a donc eu ici dislocation, faille. Et en effet, du sommet du Narcel, les couches à Gryphées se montrent revêtues d'un talus marneux, et celui-ci est recouvert à son tour de la pierre jaune de Couzon constituant le mont Toux, succession identique avec celle que venait de reconnaître la Société, de Limonest à Verdun, dans la partie occidentale de la chaîne. M. Leymerie a figuré cette faille dans sa *Notice familière sur le Mont-d'Or*, que l'on consultera avec fruit pour tous les détails relatifs à cette coupe. M. Thiollière, de regrettable mémoire, et M. Dumortier se sont livrés à une étude approfondie de cette chaîne. Les calcaires du choin bâtard ont fourni à Narcel des *Chemnitzia*, des fragments de *Pecten lugdunensis* et de

*Diadema seriale*. C'est, du reste, une formation riche en fossiles. M. Thiollière y a recueilli au Torvéon, sous le mont Ceindre, des échantillons dont les surfaces portaient des empreintes des pattes et de la queue de petits sauriens. En outre, ces calcaires ont souvent été perforés par les mollusques térébrants de leur époque. Le *Pecten lugdunensis* s'est montré en quantités plus considérables dans les carrières de Saint-Fortunat où la Société est descendue et a pu recueillir un grand nombre d'échantillons de cette espèce intéressante, caractéristique de cet horizon, liasique pour le plus grand nombre, épitriasique ou hypoliasique pour M. Fournet qui ne fait commencer le vrai lias qu'à la couche de grès à ciment calcaire contenant les premières Gryphées arquées.

M. Fournet abandonne dans sa classification le point de vue paléontologique; il ne conteste pas l'existence dans le choin bâtard d'une Encrine pentagonale et de deux petites Ammonites qui le relient au lias; mais il subordonne ce point de vue au caractère chimique, et range dans le trias le choin bâtard dont le dépôt témoigne de phénomènes complexes qui lui paraissent caractériser spécialement la période du trias.

Plus loin, à Saint-Didier, le lehm atteint une hauteur de 400 mètres qui est dans le Lyonnais son niveau le plus élevé. Il renferme dans cette région des assises solidifiées qui forment couches, et dont quelques portions sont oolithiques. M. Fournet voit dans ce gisement d'oolithes la preuve qu'elles ne sont pas toutes dues au roulis, mais bien le plus souvent à un mouvement intestin, lent, des molécules, et postérieur à la sédimentation.

M. Fournet fait remarquer que si le lehm paraît s'arrêter à une hauteur d'environ 400 mètres au pied du mont Ceindre, cette altitude n'indique en aucune façon la limite supérieure du diluvium. Il a trouvé plus haut, dans les crevasses corrodées du lias, au col de la Barollière, à environ 500 mètres d'altitude, des cailloux bien arrondis de quartzites alpins (*Diluv. de la France*, 1842, *Revue du Lyonnais*). En comparant ce point avec le sommet du plateau de Crussol, près de Valence, où il a également rencontré de ces galets, il en a déduit un aperçu au sujet de la hauteur qu'ont pu atteindre les lames

diluviennes dans la concavité du bassin du Rhône. D'ailleurs, leur position pourrait venir à l'appui des soulèvements récents de la contrée dont il a été fait mention précédemment. A Mont Ceindre, on a trouvé des débris d'Éléphants dans des crevasses du même étage jurassique.

L'église actuellement en construction à Saint-Didier a fourni à la Société des échantillons de trois espèces principales de matériaux en usage aux environs de Lyon : la pierre de Lucenay, supérieure géologiquement à l'horizon du ciret, le choin bâtard et le calcaire à Gryphées.

Au delà de Saint-Didier, le lehm avec ses fossiles habituels et quelques parties caillouteuses se prolonge jusqu'au Rosey, terme de la course de la Société. Près du Rosey, le gneiss reparaît, contenant plusieurs filons de granulite qui ont décomposé et comme verdi la roche encaissante.

M. Fournet fait ressortir spécialement ces décompositions, parce qu'elles démontrent d'abord combien l'action des agents atmosphériques a été facilitée par l'ouverture des joints de contact, ou même encore par suite de la trituration que peut subir la roche encaissante au moment de l'intrusion plus ou moins violente d'une roche granitique. Ces eaux peuvent donc très souvent déterminer la production des salbandes kaoliniques, d'épaisseurs variables, aux dépens du gneiss. Mais du moment où l'on a vu de quelle manière celles-ci se sont constituées auprès des filons granitiques, rien n'est plus naturel que de faire l'application du principe aux salbandes qui accompagnent certains filons métallifères traversant d'autres roches. En d'autres termes, on arrive à admettre que leurs salbandes sont pareillement des produits de la décomposition kaolinique des détritus formés dans l'instant de leur introduction dans les fentes du sol, et qu'en outre cette introduction s'est effectuée avec la même énergie que dans les granites. La portée du phénomène des environs du Rosey est donc d'une nature telle que M. Fournet a dû ne pas laisser échapper l'occasion de les faire ressortir, leur apparence peu brillante ne provoquant pas toujours suffisamment l'attention des géologues.

Il est donné lecture des communications suivantes :

*Note sur la constitution géologique du département du Mont-d'Or et de ses dépendances;* par M. Th. Ébray.

Je m'occuperai dans cette note de l'étude de la succession des étages du mont-d'Or; je comparerai ces étages à ceux que j'ai observés et décrits dans le département de la Nièvre; je dirai quelques mots sur les dislocations qui ont dérangé les couches; je déterminerai autant que possible l'âge de ces dislocations; enfin, je donnerai le calcul de l'importance minima des dénudations auxquelles ont été soumis les environs de Lyon.

*Étude de la superposition des étages.* — Le point le plus favorable à l'étude est la côte située à l'ouest de Lucenay et d'Anse.

Par suite de la forte inclinaison des couches vers la vallée de la Saône, les terrains les plus récents sont ceux qui occupent les niveaux topographiques les plus inférieurs. Si, par exemple, on se dirige de Lucenay, par le chemin qni passe à une certaine distance au sud de la tour de Saint-Cyprien, dans la direction de Marcy, on rencontre d'abord les carrières de Lucenay qui fournissent des pierres blanches, oolithiques et contenant des silex rubanés presque semblables à ceux qui se rencontrent dans le calcaire à Entroques, et qui pourraient bien être la cause de la confusion dans laquelle sont tombés des géologues, en voulant identifier les calcaires de Lucenay avec le calcaire à Entroques.

Les calcaires ont une très grande puissance; car, en combinant la longueur de l'affleurement avec l'inclinaison qui se remarque dans les carrières, on obtient un chiffre de 50 à 60 mètres; ils sont peu fossilifères. Ce n'est donc pas par la paléontologie que l'on arrive à déterminer cet étage; cette détermination se fait cependant facilement en examinant les couches inférieures qui affleurent en remontant la côte.

En effet, on voit les couches inférieures de l'oolithe blanche devenir de plus en plus compactes; la roche se divise en tables dont la cassure est sub-conchoïdale, et dont la composition est argilo-calcaire; les fossiles sont plus abondants; on y rencontre le *Collyrites analis* et l'*Ammonites bullatus*.

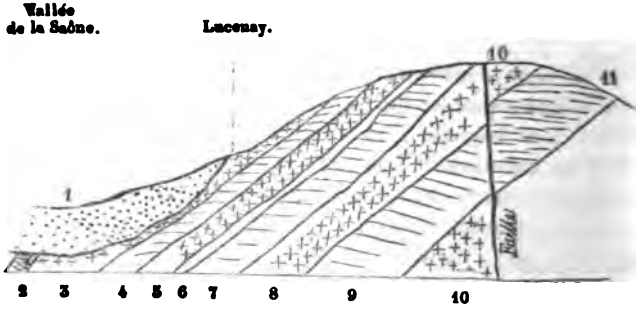
Puis on voit ces calcaires se transformer en calcaires marneux avec *Ancyloceras*, *Ammonites Parkinsoni*, *A. Humphriesanus*; les caractères minéralogiques se rapprochent de ceux qui s'observent dans le ciret du mont-d'Or; ces couches représentent clairement la terre à foulon (*fuller's earth*). En remontant la côte et en gravissant toujours le même chemin, on voit apparaître des

oolithes ferrugineuses; la terre végétale prend une teinte rubigineuse; des fossiles abondants viennent démontrer que l'on se trouve dans ces couches si constantes formant un horizon géologique remarquable facile à reconnaître, et qui offre partout à peu près les mêmes fossiles (*Ammonites Blagdeni*, *Parkinsoni*, *Humphriesianus*, *Collyrites ringens*, *etc.*).

Le sommet de la côte est occupé, d'une part, par le calcaire à Entroques que l'on voit reposer sur un petit affleurement de lias supérieur, d'autre part, par le lias à Gryphées arquées qui vient se juxta-poser à ce premier terrain, par suite d'une faille. Chose singulière, cette rupture passe sur le sommet de l'arête, circonstance qui a déjà été observée plusieurs fois, notamment sur le sommet de la colline de Sancerre, sur le point culminant de la colline de Crux-la-Ville (département de la Nièvre) etc.

Le croquis suivant donne la disposition des couches.

*Coupe perpendiculaire à la vallée de la Saône.*




1. Terrain de transport.
2. Étage callovien (supposé).
3. Grande oolithe.
4. Calcaire marneux.
5. Ciret, terre à foulon.
6. Oolithe ferrugineuse.
7. Calcaire à Entroques.
8. Lias supérieur (étage toarcien).
9. Lias moyen (étage liasien).
10. Lias inférieur (étage sinémurien).
11. Marnes irisées et grès bigarrés.

*Nota.* L'inclinaison des couches n'est pas régulière; elle paraît plus forte sur le sommet que vers la vallée.

*Étude du synchronisme.* — *Lias et trias.* — M. Hébert (1), en s'appuyant sur les descriptions que j'ai données de l'infra-lias du

(1) *Bulletin de la Société géologique*, t. XVI, 2e série.

département de la Nièvre (1), a montré l'analogie qui existe entre la succession des couches de l'infra-lias du Gard ou de l'Hérault et celle de la Nièvre; ces mêmes analogies s'observent dans l'infra-lias du Mont-d'Or.

Le tableau suivant rend compte de ce synchronisme.

| | NIÈVRE. | LYONNAIS. | GARD. | |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Calcaire à Gryphées arquées. | Calcaire à Gryphées arquées. | Calcaire à Gryphées arquées. | Lias inférieur et infra-lias. |
| 2. | Calcaire infra-liasique et poudingues. | Macigno. . . . . | Marnes et calcaires caverneux ou dolomitiques. | |
| 3. | Argile verte et calcaires caverneux. | Choin bâtard, avec marnes et calcaire caverneux subordonné. | | |
| 4. | Grès infra-liasique. . . | Grès infra-liasique. . . | Arkose. . . . . | |
| 5. | Marnes irisées et traces de calcaires caverneux. | Marnes irisées compactes, avec traces de calcaires caverneux. | Marnes bigarrées. . . | Trias. |
| 6. | Calcaires peu puissants. | Calcaires peu puissants. | Calcaires peu puissants. | |
| 7. | Grès. . . . . | Grès. . . . . | Grès. . . . . | |

*Système oolithique inférieur.* — Avant de passer au système oolithique inférieur qui commence par le calcaire à Entroques, je dirai quelques mots sur les étages qui sont situés entre la partie supérieure du lias à Gryphées arquées et le calcaire à Fucoïdes, et qui sont classés par M. Leymerie dans le système oolithique inférieur. Nous y retrouvons les mêmes subdivisions que dans la Nièvre : savoir, inférieurement des marnes à *Ammonites fimbriatus*, dans les parties moyennes des bancs assez solides à *Belemnites niger*, puis des marnes à *Ammonites radians* terminées par quelques traces d'oolithes ferrugineuses. Le système oolithique inférieur proprement dit, c'est-à-dire les étages compris entre le calcaire à Entroques exclusivement et les parties supérieures de l'étage bathonien, présente des concordances remarquables; le tableau suivant rend compte du synchronisme.

(1) *Études géologiques sur le département de la Nièvre.*

| DÉSIGNATION DES COUCHES. | ENVIRONS DE LYON. | | | DÉPARTEMENT DE LA NIÈVRE. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | CARACTÈRES MINÉRALOGIQUES. | FOSSILES CARACTÉRISTIQUES. | LOCALITÉS. | CARACTÈRES MINÉRALOGIQUES. | FOSSILES CARACTÉRISTIQUES. | LOCALITÉS. |
| Grande oolithe (oolithe miliaire). | Bancs oolithiques épais, avec silex rubanés. | Peu de fossiles. | Lucenay. | Bancs oolithiques ou compactes. | Peu de fossiles. | [illegible] |
| Calcaires de la base de la grande oolithe. | Calcaires se délitant en tables, avec cassure subconchoïdale | *Ammonites bullatus*, *A. arbustigerus*, *Collyrites analis*. | Lucenay. | Calcaires marneux. | *Ammonites bullatus*, *arbustigerus*. | [illegible] |
| Oolithe ferrugineuse (1). | réduite à un cordon ferrugineux. | » | » | Marnes avec oolithes ferrugineuses | *Ammonites bullatus*, *arbustigerus*, *Collyrites analis*. | [illegible] |
| Terre à foulon. | Calcaires argileux blancs, jaunes ou bleus en petits bancs. | *Ancyloceras*, *Ammonites Parkinsoni*, *Humphriesanus*. | Lucenay, Couzon. | Argiles bleues et bancs argilo-calcaires. | *Ammonites Parkinsoni*. | [illegible] |
| Oolithe ferrugineuse. | Calcaires à oolithes ferrugineuses | *Ammonites Blagdeni*, *Parkinsoni*, etc. | Lucenay. | Marnes à oolithes ferrugineuses | *Ammonites Blagdeni*, *Parkinsoni*, etc. | [illegible] |
| Calcaire à Entroques. | Calcaire ferrugineux à Entroques, avec silex rubanés. | Peu de fossiles. | Mont-d'Or, Lucenay (sommet de la côte). | Calcaire blanc ou jaune, avec Entroques de petites dimensions. | *Galeropygus*, *Ammonites niortensis*. | [illegible] |
| | Calcaire ferrugineux à Fucoïdes. | Fucoïdes avec fossiles remaniés. | Mont-d'Or, Lucenay. | Calcaire ferrugineux, avec gros Entroques. | Peu de fossiles. | [illegible] |

*Calcul des dénudations.* — Je dois prévoir d'abord quelques objections qui pourraient se produire sur la puissance des dénudations résultant de l'étude des failles. On peut prétendre :

(1) On trouve dans la *Minéralogie de Lyon*, par M. Drian, que M. Thiollière a reconnu, à la partie supérieure du ciret du mont d'Or, une nappe ferrugineuse et irrégulière qui correspond à l'oolithe supérieure et ferrugineuse de la Nièvre. M. Drian annonce aussi dans le même ouvrage que ce même géologue a reconnu, à la séparation du calcaire de Couzon et du ciret, un cordon ferrugineux ; mais j'ai démontré que ce cordon ferrugineux devient, dans certains cas, une véritable oolithe ferrugineuse contenant tous les fossiles de Bayeux.

1° Que la succession brusque et anormale d'un étage à un autre est le résultat d'une discordance transgressive;

2° Que les arêtes qui résultent de l'action des failles, et que j'ai désignées par regards ou escarpements théoriques, ont été nivelées par les agents atmosphériques (*pluies, gelées*).

La succession brusque et anormale d'un étage à un autre, dans la Nièvre, l'Yonne, le Cher, le Lyonnais, est le résultat de failles et non de discordances par les raisons suivantes.

1° Dans le cas de discordance transgressive, on devrait, dans les puits et sondages, retrouver, au-dessous de l'étage transgressif, l'étage transgressé; mais, dans les puits et sondages, on retrouve la série régulière des étages.

2° Dans le cas de discordance transgressive, la côte de l'étage transgressé devrait présenter les sinuosités des côtés ordinaires; c'est le contraire qui existe; les lignes séparatrices sont en général des lignes sensiblement droites.

3° Dans le cas de discordance, on devrait rencontrer à côté des lambeaux de l'étage transgressif des affleurements de l'étage transgressé; cette circonstance ne se présente pas, et, lorsqu'un lambeau supposé transgressif laisse apparaître autour de lui des affleurements, ces affleurements représentent la succession régulière des étages.

4° Toutes les fois qu'une faille a été attaquée par des travaux importants, on voit le joint de rupture, preuve palpable de la dislocation.

Le bon sens réprouve la deuxième prétention; il n'est pas possible d'admettre que les pluies, la gelée, aient la force d'enlever des arêtes de 500 mètres quelquefois de hauteur et de 60 kilomètres de longueur. D'ailleurs, que seraient devenus ces immenses matériaux accumulés par suite des actions destructives des agents atmosphériques; les courants seuls expliquent le décapement des arêtes et leur transport à de grandes distances.

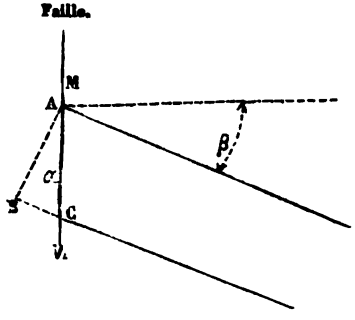
Il est donc difficile de se soustraire à l'évidence de la grandeur des dénudations(1) dont le minimum est donné par l'enlèvement des regards ou escarpements théoriques des failles; il est vrai que ces dénudations introduisent dans la géologie un élément dont il faut

---

(1) Je saisis cette occasion pour rectifier ici une erreur typographique qui s'est glissée dans ma note sur l'importance de la craie blanche dans le midi de la France, il faut lire page 857 : « Les dénudations se sont élevées à une puissance de 300 (trois cents) mètres au moins. »

tenir compte, et qui attaque sérieusement des théories admises jusqu'à ce jour.

Si nous prenons aux environs de Lyon la faille que nous venons de signaler, nous verrons qu'en donnant au lias supérieur une puissance de 60 mètres, au lias moyen une puissance de 50 et à la partie du calcaire à Gryphées arquées disparue dans la faille 30 mètres, on obtient un hiatus total de 140 mètres. Pour déterminer l'escarpement théorique, on peut se dispenser de faire une épure en observant




que si MN représente la faille, AB la puissance de l'étage qui donne un escarpement théorique AC 7 AB, on a

$$AB = AC \cos. \alpha.$$

$$AC = \frac{AB}{\cos. \alpha.}$$

Or, en supposant la faille sensiblement verticale, on a $\alpha = \beta$; comme $\beta$ représente l'inclinaison des couches, l'escarpement théorique est égal à la puissance du hiatus multiplié par le cosinus de l'inclinaison; l'escarpement théorique est donc de 180 mètres environ, chiffre qui représente la dénudation minima; la dénudation réelle peut s'élever environ à 300 mètres. On obtient des dénudations beaucoup plus fortes encore en prenant pour base du calcul les failles décrites par MM. Berthaud et Tombeck aux environs de Mâcon (1) et la faille du Mont-d'Or qui met au même niveau topographique les grès du lias et le calcaire à Entroques (2).

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. X.
(2) *Notice familière sur la géologie du Mont-d'Or lyonnais.*

le hiatus serait ici de 220 mètres environ et la dénudation minima de 250 mètres.

*Age des dislocations.* — Le massif du Mont-d'Or paraît très disloqué; des failles nombreuses qui nécessiteraient de longues études, si l'on voulait en apprécier tous les détails, sillonnent principalement du sud au nord les protubérances et les arêtes qui forment la rive droite de la Saône; ces ruptures sont parallèles à cette rivière comme celles de la Nièvre sont sensiblement parallèles à la Loire. M. Leymerie a donné la description d'une faille qui traverse le Mont-d'Or; la coupe jointe à ce mémoire donne un point de celle qui traverse l'arête de Villefranche. Les environs de cette dernière localité me paraissent aussi profondement faillés, et il y là certainement des études de détails intéressantes à faire. Les lèvres des failles aux points où elles disparaissent sous le terrain de transport sont recouvertes par lui, et, en faisant abstraction des dénudations dont je viens de parler, on serait tenté de rapporter au système de la Côte-d'Or les dislocations dont je m'occupe; mais aujourd'hui on ne peut plus, pour déterminer les âges, invoquer l'absence de tel ou tel étage sur les parties disloquées; une preuve de cette nature n'a plus de valeur en face de l'énormité des dénudations.

La direction à peu près semblable des failles du Lyonnais et des environs de Mâcon à celle de la Nièvre, les rapports de ces failles avec les massifs anciens avec lesquels elles sont en relation, me paraissent indiquer que ces deux systèmes de ruptures sont contemporains, et nous savons que le réseau de la Nièvre est post-crétacé; d'ailleurs, le petit lambeau néocomien déterminé et découvert par M. Thiollière a pris part au mouvement, ce qui vient donner à l'âge que j'assigne aux dislocations du Mâconnais et du Lyonnais une plus grande probabilité.

## *Notice sur le terrain jurassique du Mont-d'Or lyonnais;* par M. E. Dumortier.

Il ne m'a pas été possible de prendre part aux courses que la Société géologique vient de faire aux environs de Lyon, ni d'assister aux séances qui les ont suivies; cependant, j'ai pensé qu'il ne serait pas sans utilité de donner ici, sur des terrains que j'ai eu l'occasion de visiter bien souvent, quelques notions détaillées qui pourront faciliter aux observateurs la comparaison des couches et la recherche des localités.

Cette petite étude embrassera toutes les couches jurassiques régulièrement disposées et concordantes, qui composent le terrain sédimentaire du mont-d'Or lyonnais, depuis les strates les plus profondes de l'*infra-lias*, jusqu'à celles, tout à fait supérieures, de l'oolithe inférieure. Pour chaque subdivision, j'indiquerai seulement les fossiles les plus abondants et les plus remarquables, les positions relatives et les localités qui se prêtent le mieux aux observations. Je ne me propose d'entrer dans le détail complet des espèces, que pour les fossiles du calcaire blanchâtre, bajocien supérieur, qui forme les assises les plus élevées du massif. La conservation et le nombre des espèces rendent cette subdivision d'autant plus intéressante que ces fossiles n'ont jamais été étudiés, et que la plus grande partie n'était pas connue à l'époque assez rapprochée (1849) où M. Drian fit paraître son excellent mémoire sur la minéralogie des environs de Lyon.

Je marquerai de la lettre C les espèces les plus abondantes et de la lettre R les plus rares.

*Couches inférieures.* — Il est probable que les arkoses et les grès qui sont placés sur le gneiss appartiennent au Keuper; ces grès, très variés de couleur, offrent des grains de toutes les grosseurs, quelquefois ils sont entremêlés de lits de marnes bigarrées (chemin de Limonest à Saint-Didier). On trouve ordinairement à leur partie supérieure, une couche de grès siliceux, blanc, friable, qui peut servir d'horizon; le nouveau chemin, sous le bourg de Saint-Cyr, recoupe largement ces grès blancs; on peut les voir encore en montant de Saint-Fortunat à Narcel et au-dessus de Limonest.

*Bonebed.* — La première couche fossilifère, qui me paraisse pouvoir être attribuée au *sinémurien* inférieur, est une mince assise de marnes violet-verdâtre, dures, mattes, criblées de vacuoles, et cependant très lourdes; elle est remplie de *trigonies* mal conservées, *Trigonia postera* (Quenstedt)?

Sur le même affleurement, un calcaire rose grisâtre foncé, dur, dolomitique, à grains miroitants, donne des plaques couvertes de l'*Avicula Escheri* (Mérian) soit la *Gervillia striocurva* (Quenstedt).

Comme ces couches ne sont pas exploitées, les coupes manquent, et je n'ai pas pu saisir la position relative de ces deux bancs minces, qui cependant sont certainement au-dessous de toutes les autres couches fossilifères du Mont-d'Or. Quoique je n'y aie pas trouvé de dents, je crois que nous devons les regarder comme l'équivalent du *bonebed*.

*Localités :* Limonest, en haut des bois qui dominent, à l'est, le château.

*Sinémurien inférieur*, 2e *zone*. — Le groupe qui vient ensuite offre à peu près la composition suivante; l'épaisseur des assises varie un peu d'un point à un autre.

*En bas*. — Calcaire gris rose, foncé, lamelleux et spathique avec *stylolithes*, rempli de *Pecten lugdunensis* (Michelin); environ 2 mètres.

Marne ocreuse, cloisonnée, argileuse, durcie; 1m,20.

Lumachelle, calcaire grumeleux avec moules de gastéropodes indéterminables; 0m,50.

Grès gris, rougeâtres, bleuâtres, 3 mètres.

*En haut*. — Calcaires blanchâtres, grain lithographique, avec *stylolithes*, compactes, pleins de perforations verticales par décomposition, appelés dans le pays *choin bâtard*; 4 à 5 mètres.

Ensemble 9 à 11 mètres.

Cette subdivision inférieure du *sinémurien* correspond à la *Lumachelle* de Bourgogne. On y trouve

Nombreux Gastéropodes, mauvaise conservation.
*Ammonites planorbis*, Sowerby. R.
*Diademopsis serialis*, Desor. R.
*Plicatula oceani*, d'Orb. C.
*Spondylus liasinus*, Terquem. C.

Cette zone de l'infra-lias fournit de plus trois *Pecten* que l'on ne peut confondre avec aucune autre espèce du même genre, et qui sont remarquables par leur forme ou leurs ornements. 1° *Pecten lugdunensis* (Michelin) avec une valve bombée et l'autre absolument plate; c'est certainement l'équivalent du *Pecten valoniensis* (Defrance) et du *Pecten hettangiensis* (Terquem); 2° *Pecten Pollux* (D'Orbigny) orné de côtes inégales dont quelques-unes portent des pointes tuberculeuses comme un *spondyle*; rare au Mont-d'Or, il abonde en Bourgogne et dans l'infra-lias du Gard d'où M. Hébert l'a rapporté de plusieurs localités; 3° un autre *Pecten* à grosses côtes régulières, s'emboîtant sur le bord palléal, les deux valves bombées. Quand les oreilles manquent, ce qui arrive ordinairement, il a l'aspect général de la *Rhynchonella peregrina* (De Buch) du néocomien de la Drôme; mais les intervalles des côtes sont très finement striés en travers. Je n'ai trouvé ce *Pecten* qu'au Mont-d'Or (1).

*Localités :* Saint-Fortunat, carrière du hameau de la Thomas-

(1) Pour la paléontologie de cette subdivision du sinémurien, ainsi que de la suivante, on pourra bientôt consulter le mémoire complet

sière, le mont Narcel, colline qui sépare Saint-Fortunat de Limonest, Limas, carrières avec belles coupes, mais peu de fossiles Cogny (Rhône).

*Sinémurien*, 3e *zone*. — Ce groupe comprend ordinairement les couches suivantes :

*En bas* : grès alternant avec calcaires rouges dolomitiques très durs ; environ 2 mètres.

Grès et calcaires gréseux, gris bleuâtre durs, alternants : 3 mètres.

Calcaire dur, compacte, gris bleuâtre et jaune, roux par décomposition, avec grains de quartz hyalin grisâtre, très fortement tenus dans la pâte, plein de *Cardinies* et de jolis petits Gastéropodes d'une belle conservation : c'est l'équivalent de la couche dite *foie* de *veau* de Sémur ; 1 mètre.

Même calcaire, fossiles moins abondants, il y a déjà quelques petites *Gryphées* ; 1m,20.

Ensemble du groupe, environ 7 mètres.

Les fossiles les plus importants sont :

*Ammonites angulatus*, Schlotheim. R. R.
*Montlivaltia sinemuriensis*, d'Orbigny. C.
*Neuropora mamillata*, de Fromentel.
*Cardinia*, plusieurs espèces. C.
*Lima nodulosa*, Terquem.
Débris d'assez gros crustacés.
*Littorina clathrata*, Desh. C. dans le bas.
*Cerithium*, *Turritella*, *Orthostoma*, *Tornatella*, } nombreuses espèces.

Comme les fossiles sont tenus dans une roche très dure et compacte, ils échappent tout à fait à l'observation dans les cassures fraîches ; d'un autre côté, si les fragments restent trop longtemps exposés aux intempéries, les fossiles, en général, petits et fort délicats, se dégradent et perdent leurs ornements. Il ne paraît pas nécessaire que le calcaire subisse une longue décomposition pour donner les fossiles en bon état, et quand on est assez heureux pour rencontrer des fragments dans la période favorable de désaggrégation, on obtient des échantillons d'une finesse remarquable.

---

que prépare notre collègue M. J. Martin (de Dijon). Ce mémoire, qui est à l'impression, donne de précieux détails sur la faune de ces couches, en y comprenant les espèces du Mont-d'Or.

Malheureusement ces calcaires ne sont presque nulle part exploités, et les localités favorables sont rares.

*Localités* : Narcel, Poleymieux carrière de la Glande-Saint-Germain, Limas, Cogny.

On peut voir une très belle coupe de l'ensemble du *sinémurien* à Cogny, à la montée du bourg, au point où le chemin s'embranche sur la route de Thizy.

*Sinémurien*, 4e *zone*. — Calcaires durs, grossiers, lamelleux, passant du jaune clair au bleu très foncé, sans marnes intercalées, en couches de 20 à 50 centimètres, presque partout remplis de *Gryphæa arcuata* si serrées qu'elles forment comme un conglomérat.

Ensemble, 14 à 15 mètres.

*Plagiostoma giganteum*, Sowerby. C. C.
*Lima punctata*, Desh. C. C.
*Pholadomya ambigua*, Sow. C.
— *prima*, Quenstedt.
*Lima Hermanni*, Voltz. C.
*Mytilus scalprum* Goldfus. R.
— *decoratus*, Münster. R. R.
*Ammonites Bucklandi*, Sow. C.
— *Conybeari*, Sow.
— *obtusus*, Sow. R.
— *lacunatus*, Buckmann. R.
*Belemnites acutus*, Miller.
*Pentacrinites tuberculatus*, Miller.

Les couches les plus inférieures renferment *Avicula inæquivalvis* et un *Pecten* lisse.

*Localités:* Saint-Fortunat, Saint-Didier, Saint-Cyr, Poleymieux, Limonest, Dardilly, Pomiers, etc., etc., partout de nombreuses carrières.

*Sinémurien*, 5e *zone*. — Calcaire jaune, dur, un peu terreux, grain assez grossier, en bancs épais, montrant sur le plan des couches de grosses bosselures arrondies, irrégulières; les premières *Gryphæa obliquata* (Sow.) se montrent ici pour continuer jusqu'en haut des marnes; cette Gryphée, qui est bien la vraie *Gryphæa cymbium* (Lamarck), est très abondante dans cette zone, cependant elle ne forme pas un vrai conglomérat de coquilles, comme la *Gryphæa arcuata* dans les couches inférieures Ici commence encore la *Terebratula numismalis* variété un peu renflée, que Quenstedt désigne sous le nom de *Terebratula vicinalis*, on en trouve de magnifiques spécimens au Mont-d'Or.

Ces couches, formant une épaisseur de 2 mètres environ, doivent être comptées encore dans le lias inférieur, quoiqu'il me paraisse plus naturel de les réunir au lias moyen, puisque les fossiles principaux les rattachent à cette division ; c'est le commencement du lias *béta* des géologues allemands

*Ammonites Conybeari*, Sowerby.
— *obtusus*, Sow.
*Pleurotomaria gigantea*, Sow. R. R.
*Terebratula vicinalis*, Quenstedt. C. C.
— *punctata*, Sow.
*Gryphæa obliquata*, Sow. C. C.
*Plicatula sarcinula*, Münster. R. R.

Mêmes localités.

*Sinémurien*, 6e *zone* — Calcaires gris foncé, rosâtres, durs, mouchetés, laissant paraître les fossiles en blanc sur le fond, assez mauvaise pierre ; ces bancs, entremêlés de calcaires jaunes et gris, forment la partie supérieure du *lias inférieur*; c'est encore le lias *béta* des Allemands.

Cette petite zone est importante, dans notre lias, par les Ammonites nombreuses et remarquables qu'elle recèle.

Épaisseur, environ 1m,50.

*Ammonites Jamesoni*, Sow. C.
— *oxynotus*, Quenstedt. C.
— *raricostatus*, Zieten.
— *lacunatus*, Buckmann. R.
— *liasicus*, d'Orbigny. R.
— ..... Nov. spec.
*Nautilus striatus*, Sow. C.
*Rhynchonella oxynoti*, Quenstedt. C.
*Terebratula vicinalis*, Quenstedt. C. C.
*Gryphæa obliquata*, Sow. C. C.

L'*Ammonites oxynotus* est très abondant dans les carrières de Saint-Fortunat où elle atteint quelquefois une taille qui dépasse 30 centimètres; les exemplaires d'une grandeur moyenne sont curieux par la forme de la carène qui est aussi tranchante qu'une lame de couteau.

Il y a de plus, dans la même couche, une autre grande *Ammonite* qui me paraît nouvelle ; elle est comprimée. non carénée ; sur un diamètre de 17 centimètres, la largeur du dernier tour est de 85 millimètres, épaisseur 40 millimètres, ombilic 30 millimètres ; le test, fort bien conservé, laisse voir de gros plis irréguliers un peu

groupés en faisceau, fortement marqués surtout au bord de l'ombilic où la coquille tombe carrément et perpendiculairement sur le tour précédent dont elle recouvre un peu plus que la moitié : malheureusement mes échantillons ne donnent ni les lobes, ni la forme ou les ornements du dos; je ne connais aucune *Ammonite* dont l'ombilic puisse être confondu avec celui de cette curieuse espèce.

Mêmes localités.

*Lias moyen, partie inférieure.* — Le lias moyen commence au Mont-d'Or, par quelques lits calcaires marneux, rouge de sang, grossier, rude, entremêlés de marnes rouges et jaunâtre, ensemble 1 mètre; c'est la première partie du lias *gamma* des géologues allemands.

Les fossiles sont ici assez mal conservés; la *Griphæa obliquata* et la *Terebratula vicinalis* continuent; cette dernière a une forme un peu plus allongée.

*Gryphæa obliquata.* C.
*Terebratula vicinalis.*
*Belemnites paxillosus*, Schlotheim. C.
*Nautilus striatus*, Sow.

De plus, une fort belle Ammonite que je ne puis rapporter à aucune des espèces décrites : diamètre, 26 centimètres; largeur du dernier tour, 6 centimètres; ombilic, 6 centimètres; ombilic, 14 1/2 centimètres; les tours carrés, légèrement arrondis sur le dos, se recouvrant à peine; deux rangs de tubercules saillants au nombre de 20 à 24 par tour, placé près de l'ombilic de chaque tubercule; part un faisceau de 4 à 6 petites côtes qui vont passer sur le dos sans s'interrompre. Au diamètre de 14 centimètres, cette *Ammonite* perd ses côtes et les tours deviennent rigoureusement carrés; cependant les tubercules restent très saillants, surtout ceux qui ornent l'angle supérieur des tours; la coquille présente alors l'aspect de l'*Ammonites perarmatus* de l'oxfordien.

Mêmes localités.

*Lias moyen, 2e zone.* — Calcaires marneux gris, plus ou moins jaunâtres. et marnes avec séries de concrétions ocreuses très dures, irrégulièrement arrondies : ensemble, 2 mètres.

Suite du lias *gamma*.

*Ammonites margaritatus*, Montfort. C. Petits exemplaires souvent comprimés.
— *Davœi*, Sow. C. C.
— *Jamesoni*, Sow.

*Ammonites planicosta*, Sow. C. C.
— *heterophyllus*, Sow., forme très comprimée. Les exemplaires d'un diamètre de 19 centimètres, n'ont que 5 centimètres d'épaisseur.
— *fimbriatus*, Sow. C. C.
— *brevispina*, d'Orb. R. R.
*Belemnites paxillosus*. C. C.
— *clavatus*, Blainville. C. C.
— *brevirostris*, d'Orb. R.
*Pentacrinites basaltiformis*, Miller. Beaux et grands échantillons.
— *subangularis*, Miller. R. R.
*Avicula inæquivalvis*. C. Très belles.
*Terebratula numismalis*, Lamarck. C. C.
*Gryphæa obliquata*.
*Inoceramus*.... Très grande coquille fort mince avec légères ondulations concentriques; débris très abondants mais trop morcelés pour pouvoir donner une idée de la forme d'ensemble.

*Localités* : — Carrières de Saint-Cyr, Saint-Fortunat et Dardilly.

*Lias moyen*, 3e *zone*. — Marnes grises, sans couches solides, formant un ensemble de plus de 80 mètres, sans fossiles. Cette subdivision termine le lias *gamma*; elle n'offre nulle part, dans nos environs, malgré son énorme épaisseur, une coupe qui permette de l'étudier. En général, la surface recouverte de végétation, forme les prairies qui garnissent toutes les petites combes de la contrée; les seuls débris apparents appartiennent aux éboulis des couches supérieures.

*Localités* : Saint-Cyr, Saint-Fortunat, Saint-Didier, Limonest.

*Lias moyen supérieur*, 4e *zone*. — Calcaire jaunâtre, brun et rouge par places, lourd, grossier, excessivement dur, à cassures inégales, spathique, mal stratifié, contenant tantôt une foule de petites bivalves, tantôt de très grosses bélemnites et des cardinies de grande taille ; environ 2 mètres.

C'est le lias *delta* des géologues allemands, et la partie supérieure du lias moyen.

*Ammonites margaritatus*, Montfort, de grande taille. R.
— *spinatus*, Brugnière. R.
*Pleurotomaria anglica*, Defrance.
*Rhynchonella acuta*, Sow.
— *furcillata*, Theodoris.
*Spirifer rostratus*, De Buch.
*Ostrea gigantea*, Sowerby. R. R. Voyez pour la synonimie de

cette coquille la note de M. Thiollière. (*Bulletin de la Société géologique*, 1858, réunion de Nevers, p. 698.)
*Ostrea sportella*, Dumortier. C.
*Pecten æquivalvis*, Sow. C. C. Très grands.
— *disciformis* Schübler. C. C. Très grands.
*Avicula cygnipes*, Phillips.
*Plicatula lævigata*, d'Orbigny. C.
*Cardinia*.... deux espèces. C.

On trouvera des détails sur les fossiles de cette zone spéciale, dans une note accompagnée de planches, que j'ai publiée dans le volume de 1857 des *Annales de la Société impériale d'agriculture de Lyon* intitulée : *Note sur quelques fossiles peu connus ou mal figurés du lias moyen.*

On peut recueillir dans le Mont-d'Or deux espèces curieuses du lias moyen supérieur : la *Plicatula lævigata* (D'Orbigny) et l'*Avicula cygnipes* (Phillips), fort rares partout ailleurs ; pour les trouver il faut monter, à l'est de Saint-Fortunat, au-dessus des *prairies* de Giverdy, sur le petit col qui sépare la Roche de Montout et rechercher parmi les débris de calcaire roux, brunâtre, grossier, en attaquant avec un fort marteau, les fragments qui laissent voir des *Bélemnites* et surtout des *Cardinies* ; les morceaux qui forment une lumachelle de petites coquilles seraient brisés inutilement : avec un peu de peine et de patience, on ne tardera pas à mettre la main sur quelques échantillons passables.

La *Gryphæa gigantea* (Sowerby) ordinairement si abondante à ce niveau, y est d'une excessive rareté au Mont-d'Or.

*Localités* : Saint-Fortunat, Poleymieux et les environs de la Verpillière (Isère).

*Couche à lingules.* — Je dois mentionner ici un lit mince de calcaire marneux, gris bleuté, grain fin, très dur et compacte, entièrement rempli de *lingules* et d'une petite *bivalve* (une *Nucula*, je suppose). Les *lingules* sont fort belles et montrent leur test brun, foncé, brillant, qui tranche sur la couleur de la roche ; leur taille va jusqu'à 20 millimètres : c'est, je crois la *Lingula Beanii* (Phillips). Malheureusement je n'ai pas encore pu voir en place cette petite couche, et je ne puis lui assigner, avec certitude, son rang dans la série verticale, mais elle est certainement fort rapprochée de la couche précédente ; épaisseur, 20 à 30 centimètres.

*Localités :* Saint-Fortunat, etc., Poleymieux, hameau de la Rivière.

*Lias supérieur.* — L'étage, fort peu important, si l'on considère son épaisseur, mais si remarquable par ses fossiles, qui forme, au Mont-d'Or et dans nos environs, le *lias supérieur*, ne se com-

pose que de quelques couches de marnes, bleu foncé, tenaces, surmontées d'un minerai de fer oolithique; l'ensemble présente une épaisseur qui va de 1$^{m}$,1/2 à 3 mètres, suivant les points observés. Le minerai de fer qui souvent a moins de 80 centimètres, contient cependant des fossiles qui appartiennent à deux niveaux différents; ces deux zones, séparées par une ligne de contact à peine discernable dans une roche minéralogiquement très semblable, correspondent aux assises *epsilon* et *zéta* du lias des géologues allemands. Cette ligne, quoique faiblement indiquée, est toujours invariablement placée au-dessus de certaines coquilles et au-dessous de certaines autres. Il convient donc d'en tenir compte, mais la distinction entre les espèces supérieures et inférieures est une affaire d'observation assez délicate, et le classement définitif de la totalité des fossiles exige des courses répétées sur les lieux; souvent il n'y a pas plus de 2 ou 3 centimètres entre l'*Ammonites walcotti* de la zone inférieure et l'*Ammonites opalinus* de la zone supérieure; il faut donc tout voir et tout noter en place.

Je ne donne qu'une liste sommaire des principaux fossiles appartenant d'une manière certaine à chaque zone. Le minerai de la Verpillière a fourni seul un nombre considérable d'espèces, dont beaucoup ne sont pas décrites; les fossiles de cette localité, sont aussi remarquables par leur nombre et la belle conservation du test, que parce que, sous le rapport de la forme, ils n'ont jamais subi la moindre déformation.

*Fossiles de la zone inférieure.*

*Nautilus*.... Trois espèces bien distinctes dont une au moins est certainement nouvelle.
*Ammonites complanatus*, Bruguières.
— *Walcotti*, Sow. C. C.
— *heterophyllus*, Sow. R.
— *cornucopiæ*, Young. C. C.
— *subarmatus*, Young.
— *Raquinianus*, d'Orbigny.
— *tatricus*, Pusch. R.
— *Braunianus*, d'Orbigny. R.
— *sternalis*, de Buch. R. R.
*Turbo Bertheloti*, d'Orbigny. R.
*Natica Pelops*, d'Orb. Très belle et grande.
*Pleurotomaria*..... nombreux dont plusieurs non décrits.
*Pecten textorius*. C.
*Exogyra*..... nov. sp. R.

*Fossiles de la zone supérieure.*

*Thecocyathus mactra*, Goldf. C. Très grands échantillons.
*Ammonites discoides*, Zieten. R.
— *primordialis*, Schlotheim. C.
— *aalensis*, Zieten. C.
— *opalinus*, Quenstedt.
— *radians-costula*, Quenstedt.
— *radians*, Schlotheim. C.
— *insignis*, Schübler. C.
— *torulosus*, Schübler. C.
— *jurensis*, Zieten. R. R.
*Pleurotomaria* nombreux....
*Neritopsis philæa*, d'Orb. R.
*Turbo capitaneus*, Münster. C. C.
*Astarte excavata*, Sow.
*Pecten velatus*, Goldfus.

*Localités* : Saint-Cyr, Saint-Fortunat, Poleymieux, Saint-Romain, où les marnes inférieures à *Ammonites walcotti* sont bien développées (c'est dans ces marnes que j'ai trouvé une *Exogyra* parfaitement caractérisée par une carène coutournée des plus prononcées), la Verpillière et Saint-Quentin, département de l'Isère.

*Oolithe inférieure*, 1re *zone*. — Aussitôt que l'on a dépassé, en montant, le minerai de fer oolithique, si caractérisé par ses fossiles, les caractères minéralogiques changent tout à coup : on se trouve sur des calcaires, jaune clair, à grain grossier mais solides, en plaques sonores, sans traces de marnes; l'aspect du pays est différent, la végétation plus maigre, et l'on voit que les nouveaux dépôts que l'on a sous les yeux se sont effectués dans d'autres conditions.

Le premier groupe (inférieur) de l'oolithe inférieure est composé de 2 à 3 mètres de ces calcaires jaune clair, avec quelques lits rougeâtres, dont le tiers inférieur est entièrement rempli des empreintes en relief d'un *fucus* caractéristique à ramures arquées et en touffes, c'est le *Chondrites scaporius* (Thiollière); il ne s'agit pas ici d'empreintes superficielles, discernables seulement par une opposition de couleur, le végétal est profondément buriné dans le calcaire et forme un dessin en saillie de plus de 2 millimètres; ce qui semble indiquer dans la nature de la plante une grande résistance à la décomposition. L'exclusion de toute autre espèce et l'enorme quantité des empreintes qui couvrent entièrement de nombreuses couches superposées, indiquent en même temps une force de végétation considérable.

Ce fucus est si caractéristique et les couches qui le renferment si constantes, que le géologue, une fois familiarisé avec le type y trouve un horizon des plus sûrs pour le guider au milieu des couches si compliquées des calcaires du *jurassique inférieur* Cet horizon, d'ailleurs, n'est pas borné au Mont-d'Or; nous le retrouvons à d'assez grandes distances, au nord et au midi, et toujours dans la même position. Ainsi, à Ambérieux (Ain), à Limas, près de Villefranche, à la montagne de Crussol, au sud de Valence, il se montre partout où finit le lias supérieur, sur une étendue de pays de 120 kilomètres.

Avec le *Chondrites scaporius*, on y trouve :

*Ammonites Murchisonæ*, Sow. Beaux et grands exemplaires. Cette Ammonite indiquée souvent dans le minerai de la subdivision précédente, y est excessivement rare et beaucoup moins bien caractérisée qu'ici.
— *Tessonianus*, d'Orbigny.
*Lyonsia abducta*, Oppel. R.
*Rhynchonella variabilis*, Schlotheim. Jolie petite variété, presque lisse, ordinairement avec deux plis saillants sur la valve non perforée, quelquefois un seul.

*Localités :* Dans tout le Mont-d'Or, à Couzon au plus profond des carrières, à Limas, Ambérieux (Ain), Crussol (Ardèche), etc.

*Oolithe inférieure, 2e zone* — La masse considérable qui vient au-dessus du calcaire à *fucus*, est composée de calcaires jaunes, durs, un peu spathiques, à grains assez grossiers, renfermant souvent des masses siliceuses (Charveirons) qui fournissent d'excellents matériaux pour les routes. Ces rognons, quelquefois assez gros, sont un peu plus blancs que la roche; les couches sont peu épaisses et la stratification en grand assez irrégulière; c'est le calcaire à *Entroques* de Bourgogne, nommé dans nos environs calcaire de Couzon, du nom du village sur les bords de la Saône, où il est exploité comme pierre à bâtir dans de très grandes carrières; l'ensemble forme une suite non interrompue et assez régulière de 50 mètres environ.

Indépendamment des belles géodes que l'on trouve à Couzon, dans cet étage, on y peut recueillir (1) :

*Pecten personatus*, Zieten. C. C. Grands et beaux exemplaires.
— *demissus-gingensis*, Quenstedt.

---

(1) Les trois premières espèces se trouvent dans les couches les plus basses.

*Ostrea calceola*, Zieten.
— *costata*, Goldfus. C.
— *sandalina*, Goldfus.
*Trigonia signata*, Agassiz.
*Ammonites delta falcatus*, Quenstedt.
*Montlivattia trochoïdes*, M.-E. et H. R.
*Pseudodiadema depressum*, Desor. R.

Les couches supérieures contiennent, de plus, une quantité de briozoaires et cinq à six radioles d'oursins de formes différentes dont un, très abondant, est énorme, cylindrique, couvert d'épines irrégulières, à facettes articulaires très grandes. Il est remarquable que, malgré le grand nombre de radioles, le test de l'oursin n'ait pas encore été rencontré.

J'ai de cette même assise, du calcaire de Sémur (Saône-et-Loire) de beaux exemplaires de l'*Ostrea cristagalli* couverts de la petite *Thécidée* que M. Quenstedt a nommée *Thecidea cristagalli* et qui se trouve ordinairement sur la même *Ostrea* à Aalen.

*Localités :* Carrières de Couzon, Saint-Cyr, au-dessus de la Jardinière (hameau de Saint-Cyr), pente Est de la Roche, bonne localité pour les plaques à bryozoaires et radioles; Limonest, Saint-Marcel de Bel-Accueil (Isère), Cogny, Bagnols; et dans le département de Saône-et-Loire, Laives (près de Senecey), Saint-Maurice, Saint-Christophe, et surtout Marcigny et Semur. Les carrières au-dessous de la ville de Sémur offrent la seule localité que je connaisse, où les fossiles soient assez nombreux et bien conservés.

*Oolithe inférieure*, 3e *zone*. — En suivant avec attention les couches qui terminent en haut l'étage précédent, on remarque ordinairement deux ou trois lits peu épais, plus marneux, plus rougeâtres, assez irréguliers, formant un petit groupe distinct de moins de 1m,50 et qui sépare nettement le calcaire jaune du calcaire blanc siliceux supérieur; c'est une ligne qu'il est difficile quelquefois de retrouver sur les affleurements, mais dont la position constante entre des massifs importants, l'un jaune et l'autre blanchâtre, est cependant toujours parfaitement indiquée.

Les fossiles sont tout différents de ceux de la zone précédente, et doivent être rattachés à ceux de la subdivision suivante, dont ils ne sont que la portion la plus inférieure; ce sont évidemment les équivalents de ceux de l'oolithe ferrugineuse de Bayeux, que nous retrouverons également dans l'importante série qui vient au-dessus.

*Localités :* Couzon, Albigny, mais surtout une petite carrière

située à gauche, dans les vignes, en montant de Curis à la Rivière (hameau de Poleymieux), 500 mètres avant cette localité. D'après la note de M. Ebray, il faut ajouter ici la colline au-dessus de Lucenay où cette couche spéciale paraît être plus développée et riche en fossiles.

*Oolithe inférieure*, 4e *zone*. — Nous voici arrivés à la dernière subdivision du *jurassique* dans le Mont-d'Or, le ciret : c'est un ensemble considérable de couches de calcaire blanchâtre marneux ou plutôt siliceux, mat, grain fin, légèrement teinté de jaune ou de rose, en bancs minces, sonore, dont les caractères ne changent pas sur une épaisseur de 50 à 60 mètres. Ces calcaires, regardés autrefois comme très peu fossilifères, fournissent au contraire une immense quantité de coquilles remarquables par leur conservation. Quand on les attaque par l'acide hydrochlorique, le calcaire est alors dissous, et les fossiles restent intacts, car ils sont entièrement convertis en silice pure, blanche, un peu teintée d'azur ; la finesse des détails, la préservation des parties les plus fragiles, et cette circonstance que les Acéphales conservent presque toujours leurs deux valves réunies, indiquent que le dépôt s'est opéré dans une mer tranquille ; nous savons, de plus, que ces conditions ont continué pendant une longue période.

Personne encore n'a pu rassembler une collection complète des fossiles du ciret, car il faut un travail assez long pour les dégager, en usant des précautions nécessaires ; je crois donc bien faire en donnant ici une liste de tout ce que des recherches persévérantes de plusieurs années, ont pu me faire connaître, liste bien incomplète encore, sans doute, si l'on songe à l'immense chantier offert aux observateurs. Le ciret, pierre sans aucun emploi, rebutée pour les constructions ainsi que pour la fabrication de la chaux, forme des montagnes entières, et offre à l'exploration des millions de mètres cubes.

Je marquerai d'un astérisque les espèces qui se retrouvent identiques dans l'oolithe ferrugineuse du Calvados, sans compter celles qu'une connaissance plus approfondie de la faune normande me permettrait, sans doute, d'ajouter au catalogue. Non-seulement les espèces sont les mêmes des deux parts, quoique les caractères minéralogiques des couches soient très différents, mais les coquilles du ciret sont souvent de la même taille, ont le même facies et peuvent rigoureusement se superposer.

Quant à la distribution verticale des fossiles, l'observation peut difficilement permettre de rien préciser, puisque, dans les escarpements il n'est jamais possible de rien voir, et que les débris

seuls, soumis aux actions atmosphériques, laissent apercevoir quelques traces de corps organisés. Cependant il est certain que les *Bélemnites* et les grandes *Lucines* se trouvent surtout dans les couches inférieures.

*Belemnites sulcatus*, Miller. Soit la *Belemnites canaliculatus*, Scholtheim, en nombre immense de toutes les grosseurs, quelques-unes de la grosseur d'une épingle.
— *fusiformis*, Miller. R.
*Ancyloceras annulatus*, B. et S. C. C., ou plutôt *Ancyloceras bispinatus*, B. et S. (1).
* *Ammonites Parkinsoni*, Sowerby. C.
* — *Bladgeni*, Sow. C.
— *Garantianus*, Sow. C.
* — *Martinsii*, d'Orbigny.
* — *subradiatus*, Sow. R.
* — *Gervillei*, Sow.
— *heterophyllus*, Sow. C.
* — *oolitieus*, Sow.
* — *pygmeus*, d'Orbigny. R.
* — *endesianus*, d'Orbigny. R.
*Aptychus lamellosus*, Münster. C. Il y a deux types; l'un porte neuf plis profonds ; forme allongée, contournée, assez grande ; l'autre ordinairement un peu plus petit, est couvert de 19 à 20 stries profondes, régulières et très rapprochées.
* *Rostellaria spinosa*, Münster ; *Ranella longispina*, Eud. Deslongch. c'est bien la même coquille que celle du Calvados, même taille. C. C., type qu'il est d'ailleurs impossible de confondre.
* *Cerithium echinatum*, von Buch, c'est le *C. granulato-costatum*, Münster.
* — *concavum*, Münster. R. R.

---

(1) On serait bien tenté de ranger ces beaux Céphalopodes dans le genre *Crioceras*, car je n'ai pas encore rencontré un fragment prolongé en ligne droite, et pourtant quelques-uns ont un diamètre de 18 à 20 millimètres.

Certains échantillons ont quatre rangées d'épines d'une longueur remarquable : moins les ornements sont rapprochés, plus les pointes sont saillantes. Je remarque sur des échantillons un peu développés, que souvent les côtes semblent se dédoubler, mais seulement dans le petit espace qui unit la rangée d'épine latérale supérieure à l'inférieure.

Les formes (quant au mode d'enroulement) vont depuis les tours à peine disjoints jusqu'à la forme à peine infléchie des *Toxoceras*. — J'ai plusieurs beaux échantillons à tours déroulés obliquement (non dans le même plan), ce sont des *Helicoceras* des mieux caractérisés.

* *Melania scalariformis*, Deshap.
Plusieurs autres petits *Cerithium*.
*Turbo prætor*, Goldfus. R. R.
* *Trochus biarmatus*, Münster. C. C.
*Astarte pisum*, Koch et Dunker. C. C.
— *excavata*, Koch et Dunker. R.
* *Trigonia costata*, Parkinson. C.
— *clavellata*, Parkinson. R.
*Lucina zonaria*, Quensteds. C.
— *bellona*, d'Orbigny. C. C., grande et belle coquillle, c'est je crois la *Lucina lyrata*, Phillips. Elle joue un rôle important dans le ciret, où elle se rencontre dès les couches les plus profondes.
*Posidonia*.... assez grande, à plis irréguliers. On la trouve assez rarement, mais alors en famille nombreuse.
*Cucculæa concinna*, Phillips. C. C.
— *Parkinsoni*, Quenstedt. R.
* *Nucula Hammeri*, Defrance. C.
— *lacryma*, Sow.
— .... autre espèce, petite, ronde.
*Avicula inæquivalvis*, Sow. C. C.
— *Munsteri*, Goldfus.
*Goniomya*..... grande et belle coquille que je n'hésite pas à considérer comme une espèce nouvelle. Elle est large, le sommet est un peu antérieur; les plis arrondis, profonds, très sinueux, forment deux angles aigus caractérisés, réunis par une ligne remontant sur le milieu de la coquille; le test est si mince qu'il a toujours disparu ne laissant que les moules.
*Pecten textorius*, Schlotheim. C.
— *spathulatus*, Römer. C. C.
* — *Saturnus*, d'Orbigny. — *P. lens*.
— *abjectus*, Phillips. R.
* *Lima proboscidea*, Sow. R.
* — *punctata*, Deshayes.
* — *tenuistriata*, Münster, allongée et très oblique.
* *Plicatula* ou *Harpax*. Deux espèces, l'une à grosses épines, très rares et irrégulières; l'autre à stries fines, très serrées, épineuses.
*Ostrea eduliformis*, Schlotheim.
— *Marshii*, Phillips, jeune, ou *Ostrea cristagalli*, Schlotheim.
*Pinna*, fragments de coquille; petite taille, 12 à 18 stries fines longitudinales, sur un des côtés; les stries sont très irrégulièrement espacées.
* *Terebratula sphæroidalis*, Sow.
— *fimbria*, Sow. jeune.
* — *carinata*, Lamark. R.
* — *perovalis*, Sow.

*Terebratula*... très petite espèce, cordiforme, lisse, aplatie, crochet aigu et droit.
* *Dentalium entaloides*, Eudes Deslongchamps. C.
*Serpula tetragona*, Sow.
— *filaria*, Goldfus.
— *lumbricalis*, Schlotheim.
Quatre polypiers remarquables non décrits.
*Asterias*, des fragments. C. C.
*Pentacrinites cristagalli?* Quenstedt.
Echinodermes réguliers et radiolés, fragments. R.

*Localités :* Mont-Cindre, au-dessus d'Albigny, au-dessus de Couzon, au-dessus de Curis, les environs de la Verpillière (Isère).

L'ensemble du calcaire blanchâtre, désigné au Mont-d'Or par le nom local de ciret, ne varie presque pas et présente, comme nous l'avons déjà dit, les mêmes caractères minéralogiques sur une épaisseur de 50 à 60 mètres; cette vaste assise couronne une grande partie du Mont-d'Or en recouvrant partout le calcaire jaune; on la suit très bien au nord après la dépression de l'Azergues, aux environs de Lucenay et de Limas jusque près de Semur (Saône-et-Loire), dans le département de l'Isère, aux environs de Saint-Quentin, la Verpillière et Saint-Marcel de Bel-Accueil; elle conserve à peu près partout la même épaisseur, mais les fossiles sont beaucoup moins abondants qu'au Mont-d'Or, cependant j'ai des *Crioceras* caractéristiques de toutes les localités que je viens d'indiquer.

Cette assise du *bajocien* est recouverte, à mesure que l'on s'éloigne au nord, par la grande oolithe : à Lucenay, par exemple, comme le dit fort bien M. Ebray, on trouve le *bathonien*; un peu plus avant, à Lancié, un calcaire jaune clair *oxfordien*, assez fossilifère. Dans l'Isère, j'ai pu voir au-dessus du ciret qui couvre les hauteurs de Saint-Marcel, des calcaires fossilifères qui me paraissent certainement appartenir à la grande oolithe; ce même étage, à quelques kilomètres de là, est bien développé dans les belles carrières de Trept, près desquelles on voit encore des calcaires oxfordiens très riches.

Pour conclure, disons que l'oolithe inférieure, composée, en bas, du calcaire à *fucus* surmonté par le calcaire jaune à Entroques et par le calcaire à *Crioceras*, forme un ensemble bien caractérisé et fort net de plus de 110 mètres d'épaisseur, avec des caractères minéralogiques constants et des fossiles semblables, sur une vaste étendue de pays, autour du Mont-d'Or lyonnais ; que cette localité peut être considérée, par la netteté des superpositions et l'a-

bondance de ses fossiles, comme la localité type du *bajocien* pour cette partie de la France.

En terminant cette étude du *jurassique inférieur* et en comparant les fossiles de toutes les zones, on ne peut pas s'empêcher de remarquer, au milieu d'espèces qui se renouvellent à chaque niveau, trois coquilles que l'on retrouve identiques, dans toutes les subdivisions, depuis le *sinémurien* jusqu'au *bajocien supérieur*, ce sont :

*Lima punctata.*
*Avicula inæquivalvis.*
*Pecten textorius.*

La constance de ces types, leur persistance dans toutes les couches sans modifications essentielles, forment un contraste frappant avec les autres fossiles, et ce fait, déjà signalé plusieurs fois, trouve dans nos séries de fossiles une éclatante confirmation (1).

---

(1) Le procédé à l'aide duquel M. Dumortier a obtenu les fossiles du *ciret* est celui que j'indique depuis longtemps à mes auditeurs. Pouvant être utile dans d'autres localités où les collecteurs ne posséderaient pas les connaissances chimiques nécessaires pour atteindre leur but, j'ajouterai les détails suivants :

On choisit parmi les blocs calcaires ceux dont les saillies présentent des indices de fossiles. Quelque imparfaites et brisées que soient ces saillies, elles suffisent pour déceler l'existence des restes qui peuvent être mieux conservés dans l'intérieur. Ces blocs sont introduits dans une jatte en grès, avec de l'eau en quantité suffisante pour qu'ils soient immergés complétement. On ajoute ensuite l'acide, parties par parties, selon la violence de l'effervescence. L'acide muriatique est préférable; on peut également employer l'acide nitrique impur en y ajoutant même un peu de sel de cuisine pour obtenir une *eau régale*. On laisse agir pendant plusieurs jours jusqu'à saturation de l'acide, on décante et lave à grande eau de manière à ne faire partir que l'argile, mais la pierre reste habituellement couverte d'une sorte de limon tenace, qu'il convient de dégager délicatement, afin de ne pas briser les coquilles déjà à moitié dégagées et souvent fort délicates. Cette opération étant terminée, on recommence les traitements précédents jusqu'à ce que la pierre soit entièrement dissoute.

J'ai opéré de cette manière non-seulement sur le ciret, mais encore sur le calcaire jaune et autres calcaires jurassiques dont la richesse en silice est suffisamment connue, tels que ceux de la grande oolithe, du terrain à chailles, etc. Ces traitements m'ont conduit à faire quelques remarques curieuses au sujet des progrès de la pétrification. Il arrive quelquefois qu'elle est trop avancée, de façon que plusieurs fossiles sont soudés les uns aux autres au point d'être inséparables. Un pas de plus conduit aux nœuds siliceux dans lesquels on ne dis-

*Note sur le mont d'Or et sur son système triasique ;* par M. Fournet.

En amont de Lyon, le mont d'Or surgit comme un immense bastion opposé aux invasions du nord et il élève ses cimes principales, le mont Toux et le mont Verdun, aux altitudes de 612 et 625 mètres. Cette gibbosité allongée du nord au sud étant d'ailleurs complexe, ses silhouettes prises de divers points de l'horizon présentent des formes variées. De l'est, on voit un vaste dos dont la courbure décline plus rapidement au nord qu'au midi. Des environs de la ville, les pitons du mont Verdun, du mont Toux, et du mont Ceindre montrent leurs faces abruptes tournées vers la chaîne occidentale du Lyonnais et leurs pentes douces plongeant vers la Saône. Du nord, le voyageur qui descend la rivière ne voit pas sans surprise la hauteur de ces élancements. En effet, la plaine d'Anse qui en forme le pied n'étant qu'à l'altitude de 175 mètres, il perçoit en quelque sorte un exhaussement subit de 450, tandis que de Lyon une longue succession de gradins présente à son œil un moyen d'apprécier plus sainement la valeur de cette culminance. Enfin à l'ouest, suivant les stations, on distingue deux profils bien distincts. L'un deux n'est que la contre-partie de la courbure générale observée à l'est ; l'autre simule une pyramide abrupte au nord comme au sud. Pour saisir cette différence, il suffit de cheminer des hauteurs de l'Arbresles vers la Tour-de-Salvagny. La brusquerie avec laquelle s'effectue le passage d'une

---

tingue plus que les linéaments des fossiles. Dans d'autres cas, la pétrification étant incomplète, l'une des deux valves est seule silicifiée. La périphérie d'une valve est souvent mieux pétrifiée que son centre. Souvent à côté de coquilles siliceuses, on en rencontre d'autres de la même espèce qui sont restées calcaires. On peut arriver à évider les Ancylocéras de manière à découvrir leurs cloisons intérieures. Les Bélemnites ne sont généralement siliceuses qu'à la surface, de façon que l'on obtient des gaînes d'une extrême légèreté. La structure des polypiers et des bryozoaires devient remarquablement nette. Enfin, ce qui n'est pas sans importance pour le minéralogiste, on obtient ainsi la translucidité calcédonieuse qui ajoute un certain charme à l'aspect de ces fossiles, et l'arrangement orbiculaire si bien décrit par M. Brongniard se décèle dans toute sa forme et avec toute sa perfection. C'en est donc assez pour que ce procédé doive être recommandé à l'attention des amateurs, et même des savants qui désirent se rendre compte de la marche des opérations de la nature.

(*Note de M. Fournet.*)

forme à l'autre ne manque pas de produire alors une sensation jusqu'à un certain point comparable à celle qui naît de l'inspection de ces obélisques triangulaires que certains architectes se plaisent à placer, au milieu des places, sur un socle cubique, dans le but d'émerveiller les passants par les déplacements apparents qui résultent de la superposition des deux solides, géométriquement discordants.

Ces aperçus suffisent pour faire comprendre que le mont d'Or vu en gros n'est autre chose qu'un massif triangulaire dont l'arête principale est en regard des montagnes occidentales, et dont les flancs s'abaissent vers les extrémités d'une base qui longe les bords de la Saône; mais les détails de sa structure vont nous offrir d'autres faits intéressants. D'abord l'influence des soulèvements N.-S. ne saurait être méconnue du moment où l'on aura envisagé la disposition des sommités que l'on rencontre successivement en s'élevant des rives de la Saône qui, elles-mêmes, sont orientées N.-S. entre Roche-Taillée et Neuville. La plus orientale, et en même temps la plus méridionale, est le mont Ceindre, véritable cap en saillie vers Lyon, magnifique observatoire pour les météorologistes, non moins que pour les géologues. Vient ensuite l'arête de la Roche, arête dégradée du mont Toux. Enfin on arrive à celle de Narcel qui semble se relier dans le même sens au mont Verdun. Séparées l'une de l'autre par des gorges intermédiaires, elles obéissent chacune à la loi générale du redressement des faces abruptes vers l'ouest et de plus elles se prolongent vers le sud en forme de vallons pittoresques dont les plus importants sont ceux qui descendent de Saint-Cyr à Roche-Cardon, de Saint-Fortunat à Saint-Didier, de Limonest en aboutissant également à la cassure transversale de Roche-Cardon. Vers le nord s'étendent d'autres échancrures qui correspondent aux précédentes, mais elles sont plus courtes en raison de la rapide déclivité de ce versant. Les traces méridionales de ces soulèvements se manifestent d'ailleurs plus loin, par l'alignement de la côte de Lorette compris entre Oullins et Saint-Genis-Laval. Enfin l'on peut y rattacher la déviation N.-S. de la partie inférieure du cours du Garon que domine à l'ouest le Piton de Montagny, petit représentant du mont d'Or, planté aux abords de la vallée du Gier.

Un autre soulèvement, dont l'influence est non moins prononcée est une des nombreuses dépendances N.-E.-S.-O. du Pilat. L'arête qui le présente se détache des hauteurs de Saint-Bonnet-le-Froid, l'une des culminances des montagnes occidentales, passe

successivement par la butte de Mercruy, la Tour-de-Salvagny, la Barollière, entre le Narcel et le mont Verdun, en faisant naître vers cette extrémité de son étendue la faille qui du Narcel se prolonge jusqu'à la Saône par la belle vallée de Curys. Cette profonde cassure est d'ailleurs bordée au N.-O. par l'arête du mont Verdun, de la Garenne et de la côte de Saint-Germain, tandis qu'au S.-E. son encaissement est complété par le Narcel et le mont Toux qui s'abaisse vers la Saône auprès d'Albigny. Se montrant sensiblement déviée de l'axe principal, il faut croire que la véritable allure de celui-ci est représentée par le surexhaussement des roches primordiales de Limonest, au pied du Narcel, auquel correspond la Pierre-Scize par laquelle s'écoule la rivière au village de Roche-Taillée.

Cette arête joue encore dans la contrée lyonnaise un rôle hydrographique assez important en établissant la démarcation des eaux de l'Azergues et de la Saône autour de Lyon. Le Semanet dont la source est établie près de Limonest et le ruisseau du Pont-de-Buvet qui aboutit à Lozanne sont les principaux affluents de l'Azergues. Les ruisseaux de Roche-Cardon, des Planches, de Charbonnières, le Meginan, le Ponterle suivent la direction inverse.

Dans ce grand ensemble dominent les roches primordiales représentées sur le versant de l'Azergues, à partir du Pont-de-Buvet, par les schistes chloriteux dont la nappe s'étend au N.-O. Sur le versant S.-E. s'étalent les micaschistes plus ou moins feldspathisés en gneiss avec tous leurs exomorphismes dont on pourra prendre une idée sommaire dans les détails de la réunion de Valence (*Bull. de la Soc. géol.* 1854) et au sujet desquels j'ai fourni des renseignements plus circonstanciés dans ma notice sur les matériaux à employer pour le pavage de Lyon (*Ann. des conduct. des ponts et chaussées*, 1858). Ces roches sont traversées par les granites anciens avec toutes leurs variétés, c'est-à-dire les granites porphyroïdes, les granites à grain moyen, les granulites, les leptynites et les pegmatites accompagnés d'émeraudes, de tourmalines, de micas dont les dimensions sont parfois fort belles. Les plus beaux granites porphyroïdes sont en évidence près du sommet de l'arête, à la Barollière. Des roches pareilles gisent au S.-O. autour de Dardilly. Elles sont remarquablement endomorphisées à la cascade des eaux minérales de Charbonnières, et leurs parties, disposées suivant des directions vers le S.-O., permettent de croire qu'elles se rattachent à de gros filons orientés dans le sens N.-E.-S.-O. Je n'ai d'ailleurs rencontré dans cette région entre Civrieux et

Dommartin qu'un seul filon de minette. Elle est porphyroïde, c'est-à-dire intermédiaire entre le porphyre et la minette pure. Pour compléter le système éruptif, il suffira d'ajouter l'amphibolite voisine de l'île Barbe et de celle du Rozay. Enfin, sur le revers septentrional du mont d'Or, à Chasselay, gisent les filons de galène exploités jadis par l'ancienne compagnie de Chessy, et mentionnés en 1806 par M. Gueniveau.

Sur cette solide base reposent trois plaques secondaires, triasiques et jurassiques, celles du mont d'Or, de la Crepillière et de Dommartin. La dernière étant appliquée sur le versant S.-E. de la dorsale N.-E.-S.-O., l'autre se trouvant placée en regard sur son versant N.-O., il est très permis de conclure que ces deux lambeaux sont les débris d'une même bande qui, fracturée par le soulèvement du Pilat, entamée par les agents destructeurs, a laissé entre ses parties l'espace où se montre le terrain primitif, qui a joué le rôle de coin dislocateur. L'hypothèse en question est même d'autant plus permise que le lambeau de la Crépillière est limité exactement au nord par la grande faille de Curys. De son côté la limite méridionale du lambeau de Dommartin est rasée du S.-O. au N.-O. par la ligne qui passe par la troncature septentrionale du mont d'Or vers Chasselay et Saint-Germain. Et toutes ces cassures affectant le terrain jurassique de la manière la plus évidente, il faut encore conclure qu'il s'agit bien réellement ici de l'un de ces soulèvements Pilat (Côte-d'Or) si bien définis par M. Élie de Beaumont.

Passons actuellement au grand lambeau qui constitue le mont d'Or. Étant reculé à quelque distance vers l'est des deux précédents, et plus exhaussé qu'eux d'environ 200 mètres, il faut croire qu'il en a été séparé par un de ces soulèvements N.-S., déjà mentionnés, et dont la trace serait indiquée par le ruisseau des Planches qui est parfaitement orienté dans ce sens. Les causes de dégradation ont parachevé les effets de la dislocation, et d'ailleurs ce lambeau, ajoutant son épaisseur à la hauteur qu'atteint le système primordial sous-jacent, constitue le surcroît d'élévation du mont d'Or. Ensuite les autres particularités déjà mentionnées de la structure du mont d'Or ne sont plus que les résultats de l'entre-croisement des axes N.-E.-S.-O. avec celui N.-S.

Telles sont les indications que j'ai données depuis mes premières leçons de géologie. Cependant, en se reportant à l'année 1837 (*Bull. de la Soc. géol.*) on verra que M. Leymerie m'attribue un énoncé au sujet d'un certain soulèvement E.-O, dont je n'ai jamais fait mention, ni verbalement, ni par écrit. J'ai d'ailleurs

laissé de côté les menus détails de la constitution du terrain jurassique du mont d'Or depuis que le soin de la confection de la carte géologique du département du Rhône fut confié à d'autres. Divers géologues ont donc eu le loisir de travailler sur ce magnifique emplacement. On vient déjà de prendre spécialement connaissance des intéressants détails de MM. Ébray et Dumortier. Il est permis en outre d'espérer que la belle carte du mont d'Or de M. Thiollière, ainsi que d'autres feuilles concernant le pays et également tracées par cet excellent géologue, seront bientôt publiées, en sorte que je me contente de faire ressortir un caractère de position du mont Ceindre, qui, sur la rive droite de la Saône, constitue la limite méridionale du terrain jurassique septentrional.

Au delà vers le sud, sur la rive correspondante du Rhône, surgit le Pilat, rangeant le long de son pied septentrional la bande houillère de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier. Enfin, quelques lambeaux tertiaires et diluviens avec diverses accumulations torrentielles récentes complètent la stratigraphie de cette rive si accidentée. Pour retrouver le trias et le jurassique, il faut gagner les environs de Valence. Là, l'écueil de Châteaubourg, saillant dans le Rhône, est le premier indice du retour de ces systèmes secondaires qui se développent ensuite rapidement à la montagne de Crussol, à la Voulte, à Privas et plus loin au sud. Mais ce retour s'effectue sous une forme nouvelle, en ce sens que l'étage oolithique est dès ce moment oblitéré. L'oxfordien, confondu par Dufrénoy avec le lias, conserve au contraire la majeure partie des caractères qu'il possède au nord, dans le Bugey. L'existence de cet état nouveau, que j'ai signalé dans une notice sur les terrains jurassiques et sur les minerais de fer de l'Ardèche (*Ann. de la Soc. d'ag. de Lyon*, 1843), confirmé d'abord par les études de MM. Thiollière et Grüner, puis par celles de la réunion de Valence (*Bull. de la Soc. géol.*, 1854), m'a conduit à de plus amples développements, en reportant sur les Alpes le fruit de mes recherches [quatrième Mémoire sur les Alpes (*Ann. de la Soc. d'ag. de Lyon*, 1849)]. Du reste, ma découverte sur la constitution du jurassique de l'Ardèche suffira pour démontrer, encore une fois, que les caractères physiques et stratigraphiques suffisent fort souvent en géologie, car c'est par eux que j'ai été averti tout d'abord; les fossiles sont ensuite venus à l'appui des signalements minéralogiques. L'un des anciens soulèvements transversaux du Pilat et de ses annexes n'est probablement pas étranger à l'établissement de cette scission entre les mers secondaires du nord et du midi de Lyon. Toutefois

son effet a peut-être exagéré en ce sens que l'oolithe ne serait pas complétement exclue des terrains méridionaux. M. E. Dumas entre autres, en admet l'existence dans les environs d'Alais, en se basant sur des considérations paléontologiques. Mais M. Thiollière, partant de données non moins paléontologiques, n'acceptait point les dires du savant géologue du Gard. La question mérite donc un nouvel examen, et l'on consultera à ce sujet le Mémoire de M. Dumas lu au congrès d'Alais en 1845 (*Bull. de la Soc. géol.*).

Si, de mon côté, je n'ai pas donné suite à ces premières études sur le jurassique du mont d'Or, il n'en a pas été de même à l'égard du groupe triasique, parce que, celui-ci jouant un rôle important dans la question des terrains houillers, il m'importait de mettre les explorateurs de mines à l'abri de fausses tentatives. En cela j'étais averti par les recherches abortives dont le mont d'Or lui-même fut un des objets. Des puits profonds y avaient été creusés, peu avant mon arrivée à Lyon, sur les deux flancs du mont Toux, par un entrepreneur que la présence des grès avait induit en erreur. D'un autre côté, ces terrains si bizarres avaient peu fixé l'attention des géologues. Je me suis donc attaché à les suivre autant que possible depuis les environs de Wissembourg jusqu'à Neffiez, en Languedoc, et jusqu'à l'Esterel, en Provence. Portant en outre mes pas du côté du Tyrol et du Tessin, je suis arrivé à des résultats qui ne se trouvèrent pas en contradiction avec ceux des recherches si pleines de sagacité de M. Mérian (*Appendice aux aperçus sur l'extension des terrains houillers de la France. Ann. de l'Acad. de Lyon*, 1856). Ce travail devait être naturellement complété par l'exposé des caractères et par les indications relatives aux gisements de la même formation dans les Alpes occidentales, où déjà en 1843 j'avais reconnu son existence (*Ann. de la Soc. d'ag. de Lyon*). Un résumé très explicite sur le même sujet fut publié en 1850 (*Bull. de la Soc. géol.*) à la suite d'une excursion dirigée depuis Martigny jusqu'au Drac, au travers des cols les plus élevés de ces montagnes, entre les roches primitives et les calcaires jurassiques. Dans cette notice j'ai fait connaître de la manière suivante les caractères pétralogiques essentiels de cette formation « Le terrain triasique alpin ressemble beaucoup au trias atrophié des environs de Lyon. On y trouve des grès nuancés de diverses manières, quelques conglomérats, des calcaires, des cargneules, des dolomies ferrugineuses et manganésiennes. Les grès en question sont souvent très siliceux et même tellement surchargés d'un ciment du même genre qu'il s'isole quelquefois en forme de réseaux et de veinules jaspoïdes. Aussi ces roches affectent en géné-

ral une plus grande cohésion que les grès des environs de Lyon. En un mot, elles se rapprochent des quartzites jurassiques alpins, mais sans en offrir la simplicité. Le plus grand développement du trias alpin se montre au col du Bonhomme, où il forme les *grès singuliers* de de Saussure. Les autres gisements se trouvent au lac de Champeix, au Trient, au col de Salenton, dans quelques points de la vallée de Chamouni, aux Chavants, à Saint-Gervais, sur le versant sud du col de la Madeleine, à Allevard, à La Mure et dans le Champoléon etc., etc. »

Après des détails tellement explicites au sujet des terrains anthracifères et primordiaux de ces montagnes, il est facile de comprendre comment M. Favre, auquel le trias alpin avait jusqu'alors échappé, a pu aborder la question (*Mém. de la Soc. de phy. et d'hist. nat. Genève*, 1859).

Considérant du reste comme inutile d'insister ici sur certaines combinaisons stratigraphiques du savant géologue de Genève, lesquelles seront amplement discutées dans une autre occasion, j'admets que les explications précédentes ont dû faire apprécier convenablement l'importance du trias lyonnais. Il s'agissait donc d'en préciser les caractères et dans ce but je me suis attaché à résumer mes coupes du mont d'Or en les complétant par l'adjonction des principaux fossiles de MM. Thiollière et Dumortier. On n'oublira d'ailleurs pas que, suivant l'ordinaire, ma classification est plus essentiellement pétralogique que paléontologique.

A. Lias inférieur de M. Fournet. Représenté par de gros bancs contenant un sable quartzeux assez grossier, distribué par nids, et en forme de rubans, de façon à donner, çà et là, aux assises, l'apparence d'un grès. Ces bancs forment un ensemble peu puissant; ils contiennent de nombreuses Gryphées. On doit ranger à leur partie inférieure deux couches grises, compactes, enfin une lame de calcaire terreux, blanc-grisâtre et grossier. Ces trois dernières couches ne dépassent guère l'épaisseur de. . . . . 1m,0

Dans cet ensemble, M. Dumortier place entre autres : *Ammonites angulatus* (Schloth.), *Lima nodulosa* (Terquem); *Cardinia*; *Littorina clathrata* (Deshayes); beaucoup de jolis petits gastéropodes.

B. Infra-lias ou sinémurien, Hypolias ou plutôt Epitrias de M. *Fournet*.

1° *Choin bâtard :* trois grosses assises, dont la plus élevée présente une surface lisse avec perforations. Dans cet ensemble la couleur normale est grise ; la cassure varie du conchoïde au subcristallin et à l'état rude. La texture est parfois finement oolithique,

ainsi que cela arrive dans le muschelkalk. Séparations stylolithiques.

*Ammonites planorbis* (Sow.), *Diademopsis serialis* (Desor), *Spondylus liasinus* (Terquem). Puissance environ. . . . . 3m

2° Lit de marne ferrugineuse.

3° Série de bancs dont la stratification est moins nette que dans le choin bâtard; ces calcaires sont jaunâtres ou roses, solides mais sans affecter la compacité des précédents; quelquefois spathiques. Stylolithes, *Pecten lugdunensis* (Michelin).

4° Lit marno-ferrugineux.

5° Série des lumachelles. Calcaires en bancs d'ordinaire peu épais, généralement séparés par des mises argileuses barioles. Cassure compacte-lisse, compacte-conchoïde, esquilleuse. Quelques lames sont subcristallines, même saccharoïdes. En général les dalles sont remarquables par leurs arêtes vives. Surfaces souvent noduleuses. Couleurs habituellement pâles, grises, roses, ou jaunâtres. Certains blocs présentent des retraits remplis d'hydrate de fer, qui simulent de petits filons. Les fossiles sont nombreux dans cet étage. A la partie supérieure il faut placer l'*Ammonites tortilis* découvert par M. Thiollière. Elles sont accompagnées d'encrines pentagonales, de coquilles turriculées. Parmi les autres assises, on remarque de petites Gryphées difformes (*Ostræa*)? des bivalves variées. Quelques lumachelles blanchâtres, compactes, sont farcies de valves que l'on reconnaît surtout dans les cassures où elles se dessinent en minces filets cristallins, arqués, accumulés les uns sur les autres, de manière à simuler celles de la *Terebratella communis* si fréquente dans le muschelkalk de l'Alsace et du Var. Cet ensemble, très éboulé, forme assez ordinairement des replats jonchés de débris et dont la hauteur paraît indiquer une puissance d'environ. . . . . 15m,0

C. Trias que l'on peut considérer comme n'étant représenté que par l'étage keupérien.

6° *Cargneules et dolomies complexes*. Celles-ci sont brunissantes, terreuses ou spathiques, nacrées, mais habituellement altérées. Les cargneules constituent des boules de grosseur variée, jaunes ou rouges, cristallines et compactes et que la décomposition réduit à l'état terreux. Ces nodosités sont cloisonnées par des veines spathiques blanches, bizarrement configurées et connues sous les noms de *têtes de chats*, *têtes de moines*. Des mises de marnes séparent ces lits. L'exclusion du gypse n'est pas démontrée; du moins, je suis porté à placer ici les indices de ce sulfate, que j'ai trouvé non-seulement au mont d'Or mais encore à Blacé, près

de Villefranche. Quelques parties marneuses surchargées de calcaire ferrugineux et magnésien peuvent encore passer à l'état de plaquettes brunâtres, à cassure spathique, ou simplement subcristalline comme celle des dolomies. Parmi celles-ci il en est de très pesantes dans lesquelles j'ai soupçonné la présence du carbonate de zinc, circonstance qui a été vérifiée par notre digne confrère, M. Damour, avec son obligeance accoutumée. D'ailleurs j'avais remarqué des mouches de blende dans quelques cargneules. C'est probablement encore ici qu'il faut placer les lames calcaréo-argileuses, qui présentent les reliefs cubiques du sel gemme. Leur saveur saline est d'ailleurs très prononcée. J'ai trouvé une dent de saurien dans ces cargneules et M. Dumortier est tenté de placer ici son *bone-bed* avec *Avicula Escheri* (Mérian) et *Trigonia postera* (Quenstedt). L'espace occupé par cet étage très décomposable est dessiné par un plan encore moins incliné que le précédent auquel il fait suite.

7° *Grès à sable quartzeux*, tuberculés en choux-fleurs, très souvent cariés, grossiers, blancs et jaunes; ciment calcaire souvent indiqué par un éclat nacré. La masse de ces grès peu colorés présente cependant des parties dont les sables sont agglutinés par un carbonate manganésien rose qui, s'étant concentré en forme de nodules, donne naissance à des anneaux concentriques noirs et jaunes d'un remarquable effet, là où les agents atmosphériques ont pu les atteindre; la découverte de ce phénomène intéressant est due à M. Thiollière. Dans d'autres parties le fer, passant à l'état d'hydroxyde, forme ses taches poreuses habituelles. Les bancs dessinent un petit escarpement dont la puissance n'est que de. 2m,0

8° *Marnes bariolées de vert et de rouge*, entremêlées de lits sableux qui sont incohérents, n'étant cimentés que par de l'argile. Cet étage forme un talus à pente douce.

9° *Grès et calcaires complexes*. Cet étage très puissant peut être divisé en trois parties.

*a*. Vers le haut, on voit d'abord un grès très bigarré, très incohérent, formant le passage aux marnes ci-dessus; mais immédiatement au-dessous viennent des grès incolores et offrant souvent les caractères de ceux des assises n° 7.

*b*. Les grès suivants se chargent d'un ciment calcaire, ferrugineux et manganésien. Celui-ci abonde quelquefois au point de miroiter largement, ou de produire le nacré mentionné pour ceux du n° 7. D'ailleurs une goutte d'acide fait bientôt reconnaître la présence de ce carbonate. Généralement ces roches sont douées de couleurs sombres, rubigineuses. Quelques assises pourraient four-

nir des pavés pour les rues peu passagères, et, en tout cas, ces pavés seraient d'une qualité égale à ceux de Fontainebleau.

*c*. Les grès ci-dessus sont suivis de calcaires complexes, rouges roses, quelquefois jaunes, tachés de manganèse. La couleur dominante de ces roches paraît d'ailleurs provenir d'un état de rubéfaction superficielle, car certaines cassures présentent une teinte grise qui est l'indice de l'état sain. Ces calcaires sont souvent compactes, à cassure conchoïde ou esquilleuse, quelquefois poreux, caverneux, pénétrés de globules et de veines de spath blanc ou noir. Certaines assises sont terreuses et pourtant tenaces. L'ensemble est loin d'être pur. Un sable quartzeux, d'une hyalinité souvent très remarquable, abonde, dans certaines parties, au point de les convertir en véritables grès analogues aux précédents.

La masse et la résistance de ces trois subdivisions leur permet de constituer un nouvel escarpement quelquefois très abrupt.

10° *Marnes inférieures*. Leurs caractères sont analogues à ceux de l'étage n° 8. Elles sont souvent plastiques, mal stratifiées. On remarque entre autres, dans cet ensemble, un gros banc de sable argileux et friable qui se prolonge au loin. Il est exploité sous le nom de *gore* afin d'être mélangé avec de la chaux dans les mortiers, partout où le sable de rivière fait défaut. On est tenté de le considérer comme n'étant qu'une arkose kaolinisée. La position de cet étage qui est assez puissant est indiquée par des pentes douces.

11° *Grès arkosien à ciment siliceux* reposant directement sur les roches anciennes. Sable quartzeux avec quelques débris feldspathiques contenant en outre çà et là divers cailloux. Ces couches sont blanches dans leur état normal. Cependant des colorations rouges se montrent dans le voisinage des fissures, ou bien encore à la partie supérieure des bancs qui se trouvent en contact avec la terre végétale. Ces colorations sont donc accidentelles. Leurs bancs sont séparés par des assises argileuses bigarrées, et, vers la partie supérieure, leur ciment devient notablement argileux. Ces roches généralement fort solides constituent un dernier gradin assez prononcé. Elles fournissent le grès à pavés actuellement employé à Lyon et dont l'emploi a été indiqué déjà anciennement par MM. Lortet et Fournet.

L'ensemble de ces assises, depuis le lias jusqu'au granite peut avoir une puissance de 50 à 60 mètres. Son étude est d'ailleurs fort difficile, car les marnes étant ordinairement cultivées, incomplétement dénudées et ébouleuses, il faut souvent se contenter d'indices superficiels, vagues, et les coordonner en visitant un très

grand nombre de points. Cependant les soins apportés à cette étude permettent de croire que, abstraction faite de quelques accidents minéralogiques, la distribution générale des masses est dès à présent arrêtée.

Il s'agit actuellement de savoir s'il faut considérer cet ensemble comme étant un trias atrophié ou bien s'il faut admettre qu'il ne représente que le keuper. J'ai longtemps penché du côté de cette dernière opinion. Je me basais surtout sur la présence de certains calcaires de l'étage n° 5, ainsi que de diverses parties de choin bâtard qui possèdent tous les caractères du muschelkalk. Celui-ci n'étant d'ailleurs lui-même qu'un accident dans l'ensemble triasique, rien n'empêchait d'admettre que cet accident eût pu se développer en certains pays un peu plus tôt ou un peu plus tard qu'en d'autres. Les fossiles découverts par MM. Thiollière et Dumortier ont tranché la question dans le sens paléontologique. De mon côté ayant, par suite des raisons déjà mentionnées, abandonné l'étude circonstanciée de ces terrains sédimentaires du Lyonnais, voici de quelle manière, complétement indépendante de la paléontologie, je suis arrivé à la même conclusion en étudiant cette formation sur une plus vaste superficie.

Le système triasique en question a éprouvé çà et là l'effet de soulèvements intenses avant le dépôt du terrain jurassique. Étant d'ailleurs composé de roches généralement très attaquables par les agents atmosphériques, il est arrivé que, sur les points où il n'a pas été protégé par la couverture liasique, il n'est resté que les lambeaux du grès arkosien inférieur. On en voit un exemple au signal des Éguillettes sur le plateau d'Avenas en Beaujolais. La nappe y est portée à l'altitude de 850 mètres, tandis que près de la plaine voisine, à Brouilly, gît l'oxfordien qui recouvre la formation triasique ; la différence de niveau est d'au moins 600 à 700 mètres. D'autres lambeaux sont étalés plus loin au nord, par exemple, au mont Saint-Vincent (alt. 603 mètres). De ce point, on peut suivre leurs parties échelonnées à divers niveaux décroissants jusqu'à la hauteur d'environ 400 mètres où l'on en voit un reste qui forme le sommet de la butte de Sauvignes, au nord du canal du Centre. Celui-ci ne repose plus sur les terrains primordiaux, mais bien sur la formation supra-houillère du pays, formation qui se compose entre autres d'un puissant développement de grès bigarré dont il a fallu traverser l'épaisseur pour arriver à rencontrer le terrain houiller proprement dit dans le sondage du Creusot. Il devenait donc évident que le grès arkosien en question est postérieur à ce grès bigarré. On arriverait pro-

bablement à la même conclusion si l'on examinait les dispositions réciproques des grès arkosiens qui couvrent les hauteurs de Saint-Berain et des marnes irisées de Saint-Léger sur-D'heune décrites par M. Levallois (*Ann. des mines*, 1re sér., t. VII). Cette étude pourrait encore être complétée par celle des relations de l'arkose et du grès bigarré aux Écouchets. Ainsi donc, serrée entre le grès bigarré et les marnes irisées, l'arkose en question ne peut être que la partie inférieure de celles-ci, c'est-à-dire qu'elle appartient elle-même au keuper.

En résumé, tout s'accorde pour autoriser à placer les marnes bigarrées du mont d'Or dans le keuper; mais ne faut-il pas admettre en outre un soulèvement survenu entre ce même keuper et le grès bigarré, en se basant sur ce que celui-ci, subissant le sort du terrain houiller, est demeuré dans les bas-fonds, tandis que le keuper a été élevé çà et là jusque sur les points culminants du pays? Peut-on au contraire supposer que les dépôts des terrains houiller, permien et grès bigarré, ayant comblé les dépressions, la nappe keupérienne a pu s'étaler plus largement et s'extravaser en dehors des anciennes vallées, de façon qu'elle n'a été affectée que par des dislocations subordonnées à celles qui ont agi sur l'ensemble sédimentaire inférieur? Ces questions seront discutées plus amplement, de même que diverses propositions de M. Favre au sujet de la structure des Alpes, lorsque j'aurai le loisir de reprendre mon travail sur l'extension des terrains houillers.

---

## *Deuxième séance du mercredi* 7 *septembre* 1859.

PRÉSIDENCE DE M. FOURNET.

Lecture et adoption du procès-verbal de la dernière séance.

M. Jourdan, vice-président, résume la troisième course de la Société.

La Société s'est rendue à Saint-Quentin par le chemin de fer du Dauphiné; elle se proposait de visiter les minerais de fer de la Verpillière rendus classiques par la richesse de leur faune supra-liasique. La vallée de Saint-Quentin est creusée au milieu de monticules de cailloux siliceux et calcaires qui du plateau de Heyrieux s'étendent jusqu'à la Guillotière, à Lyon, sur une étendue de 24 kilomètres environ. On y observe des

blocs erratiques, quelques-uns fort considérables, et dioritiques, qui se distinguent par leur volume et leur nature des éléments désagrégés du cailloutis ambiant. Ces blocs ont été amenés par le courant diluvien qui est venu déboucher par la grande échancrure de Villebois.

Un four à chaux situé près de la ligne du chemin de fer témoigne de l'existence d'un affleurement de couches calcaires que la Société a reconnues pour appartenir au lias. M. Jourdan y voit les couches supérieures du système à Gryphées arquées. Un débris d'oursin, trouvé par M. Damour, a engagé M. Cotteau à revenir le surlendemain visiter cette carrière pour tâcher d'y rencontrer des fossiles plus reconnaissables; cette course fut en effet couronnée par la découverte d'un oursin plus complet et de deux autres fossiles, la *Plicatula Oceani* et l'*Ostrea irregularis* qui ont déterminé M. Cotteau à faire descendre ces couches au niveau du choin bâtard. M. Jourdan expliquait l'absence de la Gryphée arquée par les cas nombreux et analogues qui se rencontrent actuellement dans la nature ; un même groupe d'animaux, complétement absent sur un point du littoral, est abondant sur d'autres. Cette absence se trouverait naturellement justifiée par l'âge des assises. M. Cotteau a constaté par-dessus la couche à Gryphées arquées, se distinguant des premières par les caractères minéralogiques, aussi bien que par la présence des Gryphées. Le lehm et les cailloutis recouvrent ces calcaires qui n'affleurent ici que sous forme d'ilôts et constituent des hauteurs boisées parmi lesquelles se distinguent le promontoire des Alinchets et son château.

Les mines de la Verpillière ont fourni à la Société un grand nombre de très beaux fossiles ferrugineux, dans un état parfait de conservation, et entrant dans la masse du minerai de fer exploité : *Ammonites bifrons*, *complanatus*, *variabilis*, *radians*, *fimbriatus*, *mucronatus*, *Raquinianus*, *Natica Pelops*, *Turbo Capitaneus* et autres, *Trochus subduplicatus*, Pleurotomaires nombreux, Cérithes, Térébratules, Arches, Polypiers, etc. La récolte a été abondante, grâce au nombre de bras qui cassaient le minerai, et aussi grâce aux provisions des ouvriers.

La Société s'est éloignée à regret d'un gisement aussi

exceptionnel, mais des faits géologiques non moins intéressants réclamaient son temps. Après avoir remonté les couches de l'oolithe inférieure qui forment le toit de la mine, mais parmi lesquelles manque la pierre de Couzon qui reparaît plus loin au Temple et près de Bourgoin, elle s'est de nouveau trouvée au milieu des cailloutis et du lehm. Sous la colline de Periquet, non loin de Mougeai, un nouvel affleurement de lias s'est montré dans le fond de la vallée. Il a présenté les assises à Gryphées et une partie du lias moyen avec quelques fossiles spéciaux, la *Plicatula spinosa*, l'*Ostrea sportella*, le *Nautilus semistriatus*, etc. En remontant la vallée, les couches jurassiques se retrouvent recouvertes ou plaquées des mêmes matériaux incohérents; on y voit un certain nombre de galets, percés de tous côtés par les Pholades.

Les berges de la vallée de la Fuly sablonneuses et caillouteuses devaient arrêter quelques moments la Société à cause de l'abondance et de la conservation des Buccins dont jusqu'ici elle n'avait trouvé que des débris. Tous les doutes qui pouvaient subsister encore dans l'esprit de quelques membres sur l'origine marine du dépôt de ces sables tombèrent ici. L'existence de coquilles aussi fragiles, aussi intactes et en aussi grand nombre dans des parties sableuses entremêlées de cailloux, ne permettent plus de croire à des remaniements et à des transports, comme pouvait le laisser supposer l'état des Buccins observés jusqu'alors. Après une récolte abondante de ces gastéropodes, la Société a gagné au travers du lehm, des cailloux et des monticules de sables, le village de Negrieux, où elle devait voir une coupe pleine d'intérêt.

En se transportant sur les hauteurs qui dominent le village, elle a reconnu successivement, de bas en haut, des argiles bleu-grisâtre avec sulfure de fer, des traces de lignites et de fossiles d'eau douce, une alternance d'assises marneuses et de sables se répétant jusqu'à neuf fois, et atteignant une épaisseur de 12 à 15 mètres, par-dessus, un dépôt de sable de 30 mètres de puissances et enfin des assises d'un lehm plus ou moins caillouteux, le tout supporté par les sables et cailloutis à Buccins qui n'apparaissent pas ici. Cette série de couches se prolonge vers l'ouest; les sables supérieurs ont fourni à Tous-

sieux et à Crépol des feuilles d'érables, à Loyas le *Mastodon dissimilis*, et ailleurs, sur les frontières de l'Isère et de la Drôme, le *Rhinoceros megarhinus*. C'est l'horizon des sables ferrugineux observés le premier jour dans Lyon; c'est le niveau des sables à mammifères de Montpellier. La couche à lignite se retrouve à la même hauteur dans toute cette région et n'est quelquefois représentée que par une assise d'argile blanche. Les marais alternant avec des sables ont fourni à M. Berthaud de beaux échantillons d'Hélix. Des travaux pour les eaux pratiqués dans les champs voisins ont donné lieu à des excavations qui ont facilité l'étude des divers éléments de cette coupe. La Société n'avait pas eu jusqu'alors l'occasion de reconnaître d'une manière aussi directe la succession des assises supérieures aux sables à Buccins. Un autre résultat non moins intéressant de la journée et définitif a été la conviction acquise à la Fuly de l'origine marine du conglomérat bressan regardé jusqu'ici comme lacustre.

Après le résumé du vice-président, divers membres présentent des observations.

M. Cotteau établit la détermination que nous avons insérée plus haut de l'horizon des couches du four à chaux.

M. Jourdan maintient la sienne et persiste à n'y voir que le calcaire à Gryphées.

M. Fournet donne quelques détails sur les mines de fer de la Verpillière envisagées au point de vue de la théorie de leur formation. Il y a constaté l'existence de deux et même de trois couches. Les minerais sont souvent oolithiques et plus spécialement à l'état de peroxyde anhydre, de même que ceux de Villebois, de la Voulte, des divers étages de Privas, du mont d'Or, des parties inférieures du lias des environs de Mazenet près de Chagny, des environs de Thil-Châtel et de diverses localités du Jura, telles que Ougney, etc. Le fait de la rubéfaction si générale de ces diverses couches acquiert donc l'importance d'un véritable caractère géologique; mais elle est souvent accompagnée d'autres productions remarquables. On sait que près de Thil-Châtel, à Chamont, à Beauregard, l'effet est poussé au point que le peroxyde a pu cristalliser en oligiste

métalloïde, tantôt en fines lamelles disséminées dans la gangue, tantôt remplaçant la substance même du test de divers bivalves sinémuriens, et que la baryte sulfatée, qui est aussi distribuée en veinules dans ces gîtes, se substitue également à la partie calcaire de ces fossiles. On sait qu'à la Voulte et à Privas l'oligiste métalloïde est assez fréquemment associé à des jaspes jaunes ou rouges, de façon à constituer les minerais dits *agatisés*; que de magnifiques cristallisations d'une baryte sulfatée, de la plus rare limpidité, jaillissent dans le vide des géodes; que celles-ci sont en outre ornées de calcaires prismés, concrétionnés, qu'embellissent parfois les splendides irisations du fer carbonaté dont M. Damour a fait l'analyse à la demande de M. Fournet (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*, 1849). A la Verpillière, les productions minérales ne sont pas moins variées. Si on casse une Ammonite, un Nautile, on trouvera assez souvent leurs chambrées successivement occupées par de l'hydrate de fer massif, par de fines oolithes rouges, par des drusses de quartz hyalin, par des calcaires magnésiens incurvés en *selles*, en *bords de chapeaux*. Enfin, du milieu de ces riches implantations surgissent çà et là les houppes délicates, les faisceaux radiés d'une hématite brune cristallisée.

Dans ces productions si variées d'oolithes, de pisolithes, de croûtes testacées, de masses terreuses compactes, cristallines, géodiques, jaspiques, M. Fournet entrevoit les effets de la rubéfaction portés à leur maximum d'intensité, attendu que, s'exerçant sur des carbonates ferrifères, l'acide carbonique mis en liberté pouvait intervenir avec sa puissance dissolvante.

En effet, si ses renseignements sont exacts, les gîtes de la Verpillière s'appauvrissent rapidement en profondeur, c'est-à-dire là où ils arrivent à être surmontés par d'épais bancs jurassiques et tertiaires. Les bancs de Mazenet, de Thostes et de Beauregard sont presque superficiels. Celui de la Voulte présentait une superbe puissance aux affleurements; mais, étant presque vertical, on l'a vu s'amoindrir dans les parties basses où il s'est trouvé successivement remplacé par les minerais cafés, mélangés d'oligiste pulvérulent et de carbonate, puis par les carbonates ferreux à l'état intact. Ceux-ci ont été analysés par M. Robin, inventeur de l'emploi des gaz perdus des hauts

fourneaux (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*, 1843), par M. Berthier et par M. Grüner (*Ann. des mines*, 1845). M. Fournet croit que de pareilles dégénérescences sont bien faites pour porter à penser que ces phénomènes peuvent être rangés parmi ceux qui se produisent sur les parties supérieures des filons et des roches, tels que la *gossan* des Anglais, le *brand* de Framont (*Bull. de la Soc. géol.*, 1846), les *oxydes* du Kef-oum-Theboul, le filon pourri de *plomb phosphaté* du Katzenthal, les *chapeaux de fer* des mines de plomb et de cuivre, le *colorados* des Américains, les *amas bleus* de Chessy, les parties *calaminaires* de la Belgique, les *alunites* d'Almazaron (*Comptes rendus*, 1857), les *hématites* du val Saint-Amarin (*Bull. de la Soc. géol.*, 1846), les *hydrophanes* et les *hydro-carbonates magnésiens* de Baldissero, de Castellamonte, de l'île d'Elbe (*Echo du Monde savant*, 1834), enfin les *kaolins* de toute nature provenant des masses feldspathiques (*Ann. de chim. et de phys.*, 1834). A ce sujet, au surplus, M. Fournet renvoie à ses aperçus sur la formation des minerais de fer oligiste et des manganèses métalloïdes par la voie humide (*Bull. de la Soc. géol.*, 1848).

En retournant à Lyon, la société passa devant Meximieux. M. Fournet fit remarquer la position d'un dépôt fort intéressant, au sujet duquel M. Dumortier a donné la note suivante :

*Note sur les tufs calcaires de Meximieux;* par M. Dumortier.

On trouve à Meximieux (Ain) des calcaires d'eau douce dont les fossiles sont identiques avec ceux des marnes bleues des environs d'Hauterive (Drôme) décrits par M. Michaud (*Annales de la Société linnéenne de Lyon*, 1855), et qui ont donné lieu à la remarquable communication de M. Thiollière à la Société d'agriculture de Lyon, à la date du 15 juin 1855.

Les carrières situées contre la colline de Pérouges et contre celle qui lui fait face sont exploitées comme pierre à bâtir et comme pierre à chaux légèrement hydraulique. Le calcaire est gris, dur, tacheté, à grains fins, compacte et esquilleux, sans stratification régulière. Il passe par place à un tuf jaune foncé, lourd, caverneux, plus loin à des sables et conglomérats ou graviers, et

à des marnes grises sableuses, pleines de concrétions, le tout sans ordre régulier de superposition.

Le tuf contient un nombre considérable de feuilles d'arbres bien conservées, de la mousse, des roseaux, et plus rarement des fougères. Dès l'année 1825, M. F. Valuy, dans une de ses intéressantes notices géologiques, signale ce gisement et les coquilles dont nous allons parler, mais qu'il confond avec des espèces encore vivantes.

Les coquilles, privées de leur test, offrent des moules en creux avec des détails d'une grande délicatesse. Les espèces les plus saillantes sont :

*Helix Collongeoni*, Michaud.
Une autre *Helix* caractérisée par sa spire très aplatie et que j'ai vue aussi à Hauterive.
*Clausilia Terveri*, Michaud.

Ces coquilles, d'une taille remarquable et très abondantes à Meximieux, ne peuvent pas être confondues avec d'autres espèces. Elles sont très communes à Meximieux comme à Hauterive, et doivent être rapportéees à la partie supérieure de la mollasse de nos pays. Les marnes bleues d'Hauterive sont placées sur les sables marins si riches en fossiles de cette localité, et, dans ces sables, on retrouve encore plusieurs coquilles terrestres. Les marnes paraissent être une couche subordonnée de la formation.

La Société n'ayant rencontré aucun fossile marin dans les différentes traversées du conglomérat effectuées durant cette journée, M. Grisard, géomètre triangulateur, croit devoir donner quelques détails nouveaux.

Lors des opérations trigonométriques que je fus chargé de faire sur le haut Rhône en septembre 1859, dit-il, j'eus l'occasion de découvrir des Buccins en assez bon état de conservation dans les alluvions des Brotteaux de Balan, sur l'angle compris entre la rive droite de l'Ain et la rive droite du Rhône, à 10 mètres environ de la borne kilométrique n° 27, en face du bac de Jous.

Ces alluvions forment au milieu des oseraies de ces brotteaux de petites îles d'environ 30 à 40 centimètres de saillie ; elles sont composées de haut en bas de la manière suivante :

1° Sables fins très purs, non coquilliers, formant le sommet du cône.

2° Sables grossiers et petits galets atteignant ou dépassant le

diamètre de 0m,005. Ici sont réunis les Buccins avec des débris d'*Helix* et autres coquilles de l'époque actuelle. Les fossiles y sont du reste assez rares.

3° Terrain naturel de l'île, couvert des mêmes coquilles de l'époque actuelle; il est formé d'une couche de sable fin, d'un gris foncé, mélangé d'*humus*, servant de support aux oseraies. Son épaisseur varie selon les points.

Ces dépôts paraissent provenir de la dernière crue du Rhône. Les oseraies sont séparées du fleuve par un banc de gravier. Enfin, entre Jous et le hameau de Bianne, le long des berges du Rhône, ainsi que dans un chemin raviné tendant au bac vers la borne kilométrique n° 27, rive gauche, on voit s'étendre le conglomérat fossilifère qui probablement a fourni les Buccins en question que le courant a jetés sur la rive opposée.

M. Fournet communique sur divers phénomènes de la région voisine de Saint-Quentin les renseignements suivants :

La région qui environne Saint-Quentin présente encore divers phénomènes intéressants. Ainsi, par suite d'une circonstance qui n'est pas sans autres exemples dans ces régions diluviennes, le cours de la Bourbre se trouve dirigé en sens inverse de ce que l'on aurait conjecturé *à priori*. En effet, à partir de la Verpillière, la rivière se porte vers le nord pour rejoindre le Rhône vis-à-vis de l'embouchure de l'Ain, près de Loyettes, au lieu de se jeter directement dans le fleuve à Lyon. En cela, cette rivière fait partie d'un système hydrographique fort curieux, car il pénètre profondément dans les Alpes. Ainsi, à la Bourbre et à la Bièvre, succèdent dans ces montagnes les Guiers Mort-et-Vif, la Yère, l'Aisse, le Chéran, l'Eau-Morte, le Fier, la Borne, le Giffre, la Dranse, qui, jusqu'au nœud où l'Arve prend naissance, sont des dépendances immédiates du Rhône. Ces nappes lui apportent de larges tributs, tandis que sur le revers opposé l'Isère n'est alimentée que par d'insignifiants torrents. Ces corrélations entre les eaux des plaines et des Alpes sont évidemment trop dignes d'attention pour que j'ai pu les négliger; elles contribuent au raccordement des effets diluviens avec ceux des soulèvements. Ajoutons d'ailleurs que la Bourbre, descendue de son bas-plateau dauphinois, a rempli le fond de la vallée d'un dépôt de tourbe exploitable, et il a fallu l'assainir à l'aide du canal des Catalans.

D'autres dépressions moins profondes rayonnent encore vers le N.-O. et l'O.; telles sont celles qui aboutissent à Meyzieux, à

Villeurbanne et à Saint-Fons. Ces larges concavités sont toutes tracées dans le terrain caillouteux, et elles sont à peu près sèches, c'est-à-dire sans rivières notables. Les eaux pluviales s'y accumulent quelquefois au point de former çà et là des lacs temporaires qui submergent même les routes, ainsi que je l'ai vu au moment de l'une de ces grandes averses qui font déborder le Rhône.

Ces eaux ne retournent pas en entier dans l'atmosphère. Une bonne partie s'infiltre dans le sol, et va surgir sous la forme de sources le long des balmes viennoises; telles sont celles de Saint-Fons, des environs de Villeurbanne, de Décines, du moulin de Chessein et de Jonage. Leur réapparition ultérieure dans la grande plaine des Brotteaux et de Vaux-en-Velin, étant contrariée par quelques inégalités du sol, constitue un autre régime marécageux que l'on s'est également efforcé de détruire. Actuellement un canal doit faire arriver une bonne partie de ces eaux vers le parc de la Tête-d'Or. J'ai déjà décrit ces phénomènes dans une notice sur le cours du Rhône à Lyon, 1842 (*Revue du Lyonnais*), notice dans laquelle j'ai combattu l'idée populaire suivant laquelle on voulait faire de cette ligne marécageuse un bras du fleuve qui aurait coulé anciennement le long des balmes viennoises. Au surplus, les régimes hydrographiques de ce genre sont d'un ordre très général. Je les ai retrouvés sur une foule de points le long des rives de la Saône jusqu'au delà de Châlon. On pourra voir en outre ce qui a été dit à ce sujet au congrès géologique de Valence en 1854 (*Bull. de la Soc. géol.*) pour les plateaux caillouteux de cette partie. Le phénomène de l'écoulement temporaire des Eydoches, près de la côte Saint-André (Isère), et de la Font-Famineuse, près de Chasse, rentre dans la même catégorie. Enfin, j'ai poursuivi mes observations le long des dunes du littoral algérien entre Bone et la Calle où les eaux pluviales qui s'infiltrent au travers des dunes sableuses établissent également un long cordon de marais intérieurs. Un système intelligent de canaux et de rigoles, dégageant les sources noyées dans les sables, pourrait transformer en cours d'eau féconds ces mares stériles et fiévreuses.

C'est encore près de Frontonas, au N.-E. de Saint-Quentin, que l'on voit surgir les granites qui constituent un dernier pointement des roches du Pilat. Contre ce granite est appliqué l'affleurement houiller de Chamagnieu qui s'enfonce vers le nord sous les alluvions et sous les calcaires jurassiques. Son exploration est momentanément suspendue; mais ce qu'il offre de particulièrement digne d'attention, c'est d'être placé sur le prolongement de

la ligne houillère de Saint-Étienne, Rive-de-Gier, Tartaras, Ternay et Communay. En suivant cette direction, on aboutit auprès de Saint-Rambert-en-Bugey où le même soulèvement a déterminé l'apparition du trias avec ses gypses. Cette circonstance permet jusqu'à un certain point de supposer que le terrain houiller s'étend également dans le Jura et plus loin vers l'est. En effet, par suite de la découverte du trias alpin faite en 1840 (*Ann. de la Soc. d'ag. de Lyon*), je suis arrivé à séparer nettement le terrain houiller qui, dans les Alpes, avait été assimilé aux autres étages anthraciteux distribués dans le jurassique de ces montagnes. Les détails à ce sujet se trouvent dans mon travail sur l'extension des terrains houillers en France, travail dont deux parties ont été publiées (*Ann. de l'Ac. de Lyon*, 1855 et 1856).

Une observation faite par M. Lory, sur les sables à Buccins de la Fuly, postérieurement à la course de la Société, trouve naturellement sa place ici. M. Lory a constaté l'absence de cailloux alpins dans les sables à Buccins, et la présence, dans les cailloutis supérieurs à ces sables, de nombreux cailloux impressionnés dont il a pris et montré à plusieurs membres un bon nombre d'échantillons. Le dernier fait l'engage à placer les sables à Buccins dans la mollasse supérieure, les impressions étant, d'après lui, caractéristiques des nagelfluhs miocènes ou mollassiques.

*Note de M. Fournet sur les cailloux impressionnés.*

Le phénomène si curieux de ces cailloux impressionnés a été observé pour la première fois en 1836 par un excellent observateur, M. Lortet (*Jahrbuch* de Léonhard). Indépendamment de cette première annonce, il publia en 1850 (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*) une note historique très détaillée, dans laquelle, après avoir rappelé les indications de ses successeurs, il fait la part des erreurs qui peuvent survenir. Ainsi l'établissement d'une pellicule calcaire stalactitique produit une fausse empreinte, attendu que la matière incrustante se déposant autour de pierres, déjà en contact, mais sans pouvoir pénétrer dans le joint, y laisse un creux correspondant à l'ajoutage ambiant et qui devient manifeste après la séparation des deux cailloux. Un enfoncement réel provient de l'action qu'exerce l'acide carbonique à l'endroit du contact d'un caillou calcaire avec un caillou quartzeux. Le gaz s'y con-

dense; il y effectue la dissolution locale du caillou calcaire, et fait souvent, indépendamment de cette corrosion chimique, on remarque une précipitation chimique subséquente qui est indiquée par un petit bourrelet de calcaire concrétionné disposé autour de la cavité. Pour compléter ces indications, je rappellerai que, dès le principe, j'ai admis un ramollissement de calcaire (*Ann. de chim et de phys.*, 1835); mais, partant de simples échantillons de nature à induire en erreur, je le supposais alors effectué par la chaleur. La suite de mes études me mit à même de rectifier ce premier aperçu, en ce sens que réellement les cailloux peuvent être ramollis par suite de l'imbibition de l'acide carbonique et de l'eau, imbibition du genre de celle qui constitue ce que l'on appelle l'*eau de carrière* (1). Les mouvements capillaires et chimiques qui s'effectuent alors peuvent avoir pour résultat final l'épuisement du caillou, qui, se trouvant dès ce moment plus ou moins profondément amené à l'état d'éponge siliceuse ou de *sasso-morto*, selon les Italiens, devient tendre et susceptible de recevoir des empreintes quelquefois fort profondes, sans qu'il reste de traces de la corrosion chimique au point de contact avec le caillou siliceux. Ce cas est assez fréquent autour de Lyon, comme par exemple au Pont-d'Aloï et dans les gorges, qui de Francheville aboutissent au plateau des Champagnes, mais nulle part on ne l'a vu mieux développé que dans les puissants conglomérats au milieu desquels la Durance a tracé son lit entre le défilé de Mirabeau et Sainte-Tulle. D'ailleurs la possibilité de ces ramollissements est encore établie sous une autre forme par les globules de fer pisolithique qui se sont développés jusque dans le calcaire encaissant, comme cela se voit assez souvent dans les gîtes du Haut-Rhin et de la Haute-Saône (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*, 1850, *Procès.-verb.* XCIV).

Je ferai, en passant à un autre sujet, ressortir le caractère pour ainsi dire exceptionnel de l'abondance des fossiles marins intacts, vis-à-vis de la Fuly. Je suis jusqu'à un certain point en contradiction avec l'idée émise par M. Jourdan, au sujet de la trituration de ceux des environs de Lyon. Selon M. Jourdan, elle serait simplement le résultat d'une action de rivage, où les coquilles sont en effet si souvent usées. Mais ici, se trouve également un rivage représenté par les calcaires de la Fuly et de l'ensemble jurassique

(1) Voir aussi, *Bulletin de la Société géologique*, 2e sér., t. XV, p. 731, Delesse, *Recherches sur l'origine des roches*.

des environs de Saint-Quentin. Pourquoi donc sont-elles entières sur ce point?

D'un autre côté, j'ai cherché à faire ressortir d'après les conditions topographiques la position géologique de ces bassins. En étudiant à ce point de vue la structure du pays, on y distingue trois niveaux successifs dont on retrouvera facilement les éléments dans la carte de l'État-major. Ces niveaux sont :

| | Altitudes moyennes. |
|---|---|
| 1° Plaine de la Boubre de la route de Lyon à Chambéry. . . . . | 215 mètres. |
| 2° Gradin de Heyrieux, Saint-Laurent-de-Mures, Saint-Quentin. . . . . | 259 — |
| 3° Plateau culminant. . . . . | 340 — |

Sur le gradin de Heyrieux, la Société a vu les argiles des lignites de la Tour-du-Pin avec leurs sources. Donc, ce qui est au-dessous se rapproche des mollasses marines, et ce qui est au-dessus se rapproche des dépôts superficiels diluvianisés. Les observations que j'ai faites autour de la Tour-du-Pin m'ont appris en outre, que la couche à lignites ainsi que ses argiles ont opposé une certaine résistance contre les actions érosives, tandis que ce qui est plus haut a été souvent attaqué et même complétement balayé (*Bull. de la Soc. géol.*, 1854). Il n'est donc pas étonnant que les Buccins inférieurs, voisins des mollasses marines, se soient conservés à l'abri de la couverture argileuse et lignitifère, tandis qu'en vertu de la pente générale du sol, depuis la Tour-du-Pin jusqu'à Lyon, les torrents diluviens venant des Alpes et s'écoulant dans ce sens, ont dû exercer toute la puissance de leur action sur les parties supérieures du cailloutis bressan. Les fossiles ont été remaniés par la même cause, et de là l'état de trituration dans lequel ils se trouvent généralement autour de Lyon. Le phénomène s'explique ainsi d'une manière fort simple et non moins naturelle que d'après l'influence des rivages.

### *Course du lundi* 5 *septembre.*

Après avoir traversé rapidement les collines sableuses, caillouteuses et mollassiques de Saint-Fons, de Feyzin, de Solaize et de Serizin qu'elle se promettait de revoir le soir, la Société est arrivée à Vienne qui est bâtie sur le gneiss. Elle a consacré quelques moments aux vieux monuments de la ville sous la conduite bienveillante de M. Tisserandot, qui y a

exercé longtemps les fonctions de sous-préfet; elle a été ensuite visiter les exploitations de la Poype, où est un intéressant filon de blende. « Son épaisseur est moyennement de 3 mètres; il est encaissé dans le schiste micacé, se dirige à peu près de N.-O. au S.-E. et plonge verticalement.... ; la blende y forme des masses cristallines dans une gangue de quartz hyalin quelquefois calcédonieux; elle y est accompagnée de galène, de baryte sulfatée, de fluorine, de chaux carbonatée manganésienne, de dolomies cristallines et de carbonate de zinc provenant de l'altération de la blende.... » (Drian, *loc. cit.*, p. 515). La Société a pu reconnaître dans les déblais des travaux la plupart de ces substances. La galène s'y trouve aussi isolément empâtée dans le quartz ou dans la baryte sulfatée. Ces échantillons ont donné à M. Fournet l'occasion de développer ses idées sur la formation des filons.

En quittant la Poype, la Société a traversé les sables de la mollasse supérieure et les dépôts de lehm de la vallée de la Gère du côté d'Estrablin. Le lehm y forme des dépôts considérables revêtant les plateaux gneissiques de l'Hermitage, et a fourni en plusieurs endroits des ossements mammifères; les débris d'éléphants y sont d'autant plus nombreux que l'on se rapproche davantage de Lyon. Dans les limites de l'octroi lyonnais, on n'a pas constaté moins de dix-huit gisements d'éléphants fossiles. La Société, gravissant ensuite la montée de Saint-Marcel, a observé dans le gneiss un très beau dyke de granite à cristaux de feldspath remarquables par leur volume; puis elle a retrouvé le sable marin avec Huîtres comblant les inégalités des surfaces gneissiques. A Pont-l'Évêque, la Société s'arrêta devant un cas de pénétration remarquable du granite dans le micaschiste. Cette pénétration est accompagnée d'altération réciproque des deux roches et d'autres circonstances dignes d'attention, telles que l'état de ténuité des cristaux feldspathiques de certaines veines du granite contrastant avec leur volume sur d'autres points. D'ailleurs ces veines elles-mêmes varient considérablement dans leur puissance. Cette injection embranchée ressortant vivement sur le fond noir du gneiss fit naître l'idée qu'elle pourrait faire l'objet d'une application intéressante de la photographie aux

phénomènes filoniens. M. Grüner fit observer en outre qu'elle rappelle des effets analogues décrits par M. Fournet dans sa coupe de Martigny (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*, 1846), station qu'il vient de visiter lui-même. De son côté, M. Fournet complète ces indications en insistant sur le changement qu'ont éprouvé les micaschistes. Ayant subi l'effet d'une fusion et d'une recristallisation subséquente, ils ont pris un aspect compacte presque pétro-siliceux. Cependant, en cassant ces parties, on s'assure qu'elles sont essentiellement composées de mica en lamelles très fines. Du reste, cette modification n'existe pas seulement à Pont-l'Évêque; on la retrouve dans diverses parties des environs de Vienne qui ont été vigoureusement travaillées par les éruptions granitiques du Pilat. Il est facile de s'en assurer entre autres en traversant la Gère, ou bien encore en étudiant les tranchées pratiquées pour le chemin de fer, et l'on finit par trouver des passages insensibles du micaschiste normal à ces roches métamorphiques. Du reste, des phénomènes en tout pareils se manifestent sur une foule d'autres points dans le Lyonnais, sur les bords du Garon près de Montagny, dans la vallée de Roche-Cardon, à l'île Barbe, etc., etc. (1).

Avant de descendre sur les bords de la Gère, nous avions eu l'occasion de recueillir de nombreux fossiles de la Verpillière dans l'usine de Pont-l'Évêque, dont les propriétaires voulurent bien nous faire les honneurs.

Ici se termine la première partie de la course; la seconde fut plus particulièrement consacrée aux terrains plus récents que la Société avait traversés en chemin de fer. Elle a reconnu successivement à la montée du Pin les cailloux roulés, les sables et le gneiss. Dans les sables qui forment les ravins à l'E. de la route, un curé nommé Gaillard trouva autrefois une dent de *Dinotherium*, la troisième de droite. Une couche de sable ferrugineux superposé correspond au niveau des mastodontes et est recouverte à son tour par le lehm dans lequel M. Roux de Simandre trouva une dent d'éléphant, près de

(1) Voir, Fournet, *Ann. des conducteurs des ponts et chaussées*, 1858.

la Grange-du-Bois. Ce lehm assez épais recouvre un peu plus loin un affleurement du terrain houiller se rattachant à celui de Communay. Il recouvre encore le gneiss près de Saint-Symphorien-d'Ozon ; mais ici les carrières ouvertes dans cette roche permettent de l'étudier de près. Elle présente la particularité de contenir beaucoup de grenats de volumes variés sur lesquels le mica a imprimé des stries, nouveau fait invoqué par M. Fournet en faveur du principe de la coexistence à l'état fondu de matériaux divers qui se sont refroidis et ont cristallisé les uns en même temps que les autres.

En aval de Saint-Symphorien-d'Ozon, le micaschiste subit encore de nouvelles transformations au contact des filons de quartz. Ainsi, on le voit passer à des schistes à la fois micacés et amphiboliques, ou bien à des schistes simplement amphiboliques. Ce phénomène se reproduit également à Sainte-Marie-aux-Mines (Haut-Rhin), auprès des éruptions granitiques (*Bull. de la Soc. géol.*, 1846, pag. 1857). En outre, leur imbibition par le quartz étant poussée au degré d'une sursaturation siliceuse aboutit à la production de masses fort analogues au *Greisen*, masses que M. Boué a depuis longtemps placées au rang des roches métamorphiques. On sait d'ailleurs que ces greisens accompagnent assez ordinairement les gîtes stannifères (1).

Quelque temps après, la Société arrivait à Serezin, commune de Solaize, où elle devait reprendre le chemin de fer pour revenir à Lyon. Serezin forme l'extrémité méridionale d'une portion de la balme viennoise, dont l'extrémité N. commence à Saint-Fons et qui présente un escarpement favorable à la destination des diverses assises qui la composent, sables à Buccins dans le bac, les mêmes que ceux observés à la Fuly; on y trouve aussi l'*Arca diluviana*. Ils ont fourni à Saint-Fons une carapace de tortue, des pattes de crabes, des dents de raies et de squales et une dent d'hipparion. Par-dessus ces sables vient un dépôt caillouteux, épais, qui, pour M. Jourdan, représenterait

(1) Voir, Fournet, *Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*, 1845; Virlet, *Bull de la Soc. géol.*, 1844, p. 221; Drian, *Minér. et pétr.*, 1849, p. 149 et 245; *Recueil de documents sur les mines de l'Aveyron*, Paris, 1847.

le niveau des mastodontes. L'analogie de la coupe avec celle de la Fuly permettrait peut-être d'y supposer l'existence de cailloux impressionnés et, partant, d'y voir un représentant de la mollasse supérieure; le niveau à mastodontes se trouverait probablement plus haut. Enfin les dernières couches de sables formant la butte dite de Solaize rappelleraient les sables supérieurs de la colline de Meyrieux. Cette même succession de couches se poursuit jusqu'à Saint-Fons.

Après le résumé fait par M. Jourdan, M. Fournet rappelle que la station de Saint-Fons a été étudiée d'abord par M. Élie de Beaumont, et qu'il est revenu à plusieurs reprises sur ses particularités dans les mémoires où il posait les bases de la géologie des terrains qui occupent la Société depuis quelques jours. Les découvertes récentes ne doivent pas faire oublier ces travaux qui resteront dans la science comme de véritables monuments (*Ann. des sc. nat.*, 1829-30). Dans cette localité, M. Élie de Beaumont a trouvé, entre autres, des pattes de crabes, des débris de madrépores. A peine arrivé à Lyon, M. Fournet en a tiré un fragment d'une tête d'Hipparion qui a été déterminée par M. Jourdan. Au surplus, il regrette que la Société n'ait pas eu le loisir de s'arrêter assez longtemps à Lyon pour étudier avec quelques détails cette mollasse marine qui d'ailleurs remonte plus haut dans le bassin du Rhône, car on la retrouve à Lyon même, auprès de l'église Saint-Polycarpe, à la Croix-Rousse et à Neuville-l'Archevêque, où elle joue un rôle important à l'égard de l'établissement des sources (*Ann. de la Soc. d'ag. de Lyon*, 1839). Dans le sens opposé, elle se prolonge jusqu'à la Méditerranée, englobant ainsi les stations de la Drôme, au sujet desquelles M. Fournet est entré dans divers détails au congrès de Valence (*Bull. de la Soc. géol.*, 1854).

Une discussion à laquelle prennent principalement par MM. Fournet, Damour et Grüner, s'élève à l'occasion du filo de la Poype sur l'origine des filons.

M. Fournet dit que la manière dont les différentes matières des filons se pénètrent et s'entrecroisent dans tous les sens est une preuve de l'injection simultanée, et s'oppose à l'idée des incrustations successives. Pour lui, les rubannements, qui d'ail-

leurs sont des cas exceptionnels, sont le résultat d'étirements subis au moment de l'injection, ou de tendances inégales à la condensation contre les parois ou contre les fragments empâtés. Il trouve dans la manière dont les minéraux sont disposés dans les filons une sorte de cloisonnement analogue à celui que produit l'eau qui se congèle ou le soufre fondu qui cristallise. Il dit que le quartz, la barytine et divers sulfures, corps susceptibles de retrait, laissent de même des vides entre les premiers jets de leurs cristallisations dans les filons, et il présente des échantillons à l'appui. On sait d'ailleurs qu'une pression même assez faible, suffit pour expliquer la friabilité des carbonates du genre de ceux de la Poype, sans dégagement de l'acide carbonique. M. Scheerer (*Bull. de la Soc. géol.*, 1847) s'est élevé contre l'énormité d'une température de 2500 à 3100 degrés nécessaire pour maintenir la silice en fusion. M. Fournet dit que la température à l'intérieur du globe s'élève beaucoup plus haut. D'ailleurs, la silice faisait partie d'un magma qui pouvait être beaucoup plus fusible. Au moment du refroidissement intervient la tendance à la cristallisation, et avec elle arrivent les éliminations. La silice en excès se sépare donc, et peut former des filons tout aussi bien que les porphyres ou les granites.

M. Fournet rappelle ensuite la découverte faite par M. Drian, dans le filon de la Poype, de pseudomorphoses de blende en quartz et les observations de M. Billiet sur des cristaux métastatiques de carbonate de fer et de chaux, évidés et remplis partiellement par du quartz cristallisé ou revêtus d'une croûte de quartz. Tous ces phénomènes, analogues à ceux rencontrés par M. Fournet dans le filon de quartz de Pont-la-Terrasse, près de Saint-Chamond (*Soc. d'agr. de Lyon*, 1847), ne peuvent, d'après le savant professeur, s'expliquer que par le réchauffement qui résulte de la consolidation du quartz, et qui peut refondre des cristaux de calcaire déjà formés au milieu de sa masse restée à l'état de surfusion. Dès lors, le calcaire devenant libre, s'écoule, est réabsorbé, et permet à la silice d'occuper le vide qu'il a laissé, et de s'y mouler plus ou moins exactement.

M. Damour objecte à cette théorie qu'il y aurait formation

le silicate de chaux ; il croit le phénomène plus explicable au moyen de vapeurs de fluorure de silicium et d'eau chargée de silice. La chaux aurait été dissoute, et la silice se serait déposée.

M. Fournet répond que la pression s'oppose à la formation du silicate calcaire ; car, dans ces conditions, l'acide carbonique est plus puissant que l'acide silicique (1).

M. Grüner reprend l'observation de M. Damour et la généralise. La théorie des filons par voie aqueuse lui paraît plus probable que la nouvelle théorie de M. Fournet. Quant à la difficulté soulevée par M. Fournet de concevoir une fente longtemps subsistante sous des pentes quelquefois très inclinées, M. Grüner croit cette objection réfutable par le fait que la compacité des filons n'est pas aussi complète qu'on le suppose, et que la fente ne s'est élargie qu'ultérieurement, au fur et à mesure de l'incrustation formée par les eaux métallifères. Il rappelle en outre spécialement qu'aujourd'hui encore les filons métallifères, même ceux qui sont entièrement remplis, correspondent généralement à des sources, et fournissent presque toujours plus d'eau dans les travaux des mines que les roches encaissantes. Quant à l'action subséquente de l'acide fluosilicique, M. Grüner a cité dans son mémoire *Sur la formation de certains minerais* un fait qui la rend incontestable (2).

M. Damour confirme les idées de M. Grüner, en énumérant de nombreuses substances de filons qui contiennent de l'eau.

M. Fournet répond que l'élargissement progressif des filons semble une idée théorique. A coup sûr, elle devient inaccep-

---

(1) Petzholdt, *Géol.*, 1846.

(2) « Dans les marnes supraliasiques des environs de Sanxais, au » contact du granite de la Vendée, j'ai trouvé de nombreuses Bélem- » nites évidées, dont les unes sont, intérieurement, simplement tapi- » sées, les autres entièrement comblées de cristaux de quartz ; la » roche est d'ailleurs elle-même endurcie et complétement pénétrée » de silice dans ces diverses parties ; de plus, toutes les fissures sont » revêtues de cristaux cubiques, jaunes, de spath fluor. On peut spé- » cialement constater ces faits dans une carrière, proche de la ferme » de la Ripeaudière, sur le chemin de Ménigoutte à Saint-Maixent. » Ils attestent l'existence de sources siliceuses, et probablement hydro- » fluo-siliciques, postérieurement au dépôt des marnes supraliasiques. » (Grüner, *Ann. des mines*, 4e sér., t. XVIII, p. 83.)

table pour la grande majorité des filons. Par exemple, au Kroum-Theboul (Algérie), le filon de galène, plongeant d'environ 45 degrés, est inclus dans des argiles tertiaires tellement gonflantes, par suite de leur hygroscopicité, qu'en se tuméfiant elles déplacent assez promptement de plusieurs décimètres les murs de soutènement; elles sont en outre fort délayables. Comment donc auraient-elles pu demeurer suspendues au toit de gîte, attendant patiemment l'issue du comblement métallique qui devait les soutenir? Évidemment celui-ci a dû s'effectuer d'un seul jet, avec sa puissance de plusieurs mètres, sinon l'échafaudage détrempé eût nécessairement éboulé, eût été délayé et emporté par l'afflux des sources métallifères. Parfois encore, entre le toit et le mur, et détachée de l'un et de l'autre, la matière des filons empâte de larges fragments de roches. Ceux-ci ont-ils également suivi le mouvement imprimé au toit, et, dans ce cas, comment a pu s'effectuer la transmission de ce mouvement?

Quant aux sources, il est facile de se rendre compte de leur existence. Les filons dont la masse a rempli tout d'abord complétement les fentes dans lesquelles elle s'est injectée ont dû se fendiller par suite du refroidissement subséquent. Le fendillement s'est même fort souvent propagé dans les parois latérales jusqu'à une certaine distance du contact. En outre, les filons ne sont pas toujours soudés à ces mêmes parois; de là, infiltration des eaux superficielles qui gênent si fréquemment les mineurs; mais, en prenant la précaution de les capter autant que possible dans les parties supérieures des exploitations, on peut parfois arriver à diminuer sensiblement la masse de celles qui se rendaient au fond des travaux.

Quant aux effets des sources minérales sur la formation des filons, M. Fournet croit être un des premiers parmi ceux qui les ont signalés. Les observations de M. Daubrée sur les filons de Plombières et de M. Grüner sur celui de Sail-sous-Couzan ne sont en quelque sorte que la répétition de ses anciens principes (1). M. Fournet a renoncé à cette théorie, parce qu'il a

(1) *Ann. de l'Auvergne*, 1829. — *Géologie de d'Aubuisson*, t. III, p. 524, 1835.

reconnu que si les cassures dans lesquelles se sont établis les filons ont souvent procuré aux sources minérales les issues les plus faciles, ou du moins celles qui fixent le plus spécialement l'attention à cause des embarras qu'elles donnent aux mineurs, il n'en est pas moins vrai que les sources de ce genre surgissent en outre dans des régions non métallifères, là où de grandes failles viennent encore se prêter à leur écoulement. Ainsi, on ne cite pas de filons métallifères auprès des eaux minérales d'Aix en Savoie et d'Aix en Provence, et, d'un autre côté, il existe de nombreux filons, ou même des districts métallifères dépourvus de ces sources minérales.

Enfin, loin d'obstruer leurs issues, elles corrodent les filons de manière à se pratiquer des voies plus larges à leurs dépens. A Pont-Gibaud, la baryte sulfatée et les brèches empâtées dans cette gangue sont quelquefois profondément attaquées de cette manière, fait que M. Becquerel a rappelé dans son *Traité de l'électricité et du magnétisme* (1834). M. Fournet suppose aussi que les fluorures contenus dans les eaux minérales de Plombières, selon M. Daubrée, proviennent de dissolutions du même genre.

Enfin, le grès bigarré d'Aillevillers a été complétement décoloré par ces mêmes eaux, absolument comme cela est arrivé dans une intéressante expérience faite, à la demande de M. Rozet, par M. Billard, élève interne des hôpitaux de Paris. En effet, ce chimiste est parvenu à enlever l'oxyde de fer colorant du grès vosgien, en soumettant son sable, maintenu dans l'eau, à l'action d'un courant d'acide carbonique longtemps soutenu, ce qui servit à M. Rozet pour expliquer la décoloration des sables diluviens provenant du grès vosgien.

M. Fournet trouve les transitions les plus ménagées entre les filons chargés de silicates anhydres que l'on tend à considérer comme éruptifs, et ceux qui, étant dépourvus de ces mêmes silicates, sont plus habituellement placés au rang des incrustations aqueuses. Il voit les filons, à silicates ou sans silicates, en relation plus intime avec les granites, les syénites, les porphyres, les protogines, les serpentines et les trachytes, qu'avec les sources. Il a donc trouvé rationnel de laisser de côté toutes les assertions théoriques au sujet de celles-ci, en se rangeant

du côté où l'amenaient les caractères d'association, et, par-dessus tout, la simplicité chimique de l'opération du remplissage métallique des crevasses du sol par voie d'injection. On pourra d'ailleurs consulter à ce sujet l'espèce de programme dont il a fait l'exposé à l'Institut sous le patronage de M. Élie de Beaumont (*Comptes rendus*, Ire partie, pages 850, 1097, 1251; IIe partie, pages 29, 188, 326, 345, 842, 849 et 894).

Quant à la juxta-position de Sanxais en Vendée, alléguée par M. Grüner, elle rentre dans la catégorie d'une multitude d'autres faits du même genre, tels que le gîte de *mine bleue* de Chessy, les phénomènes arkosiens, les couches plombifères et cuprifères, etc. Il est reconnu que le spath fluor, la silice et certains autres minéraux pierreux ou métalliques apparaissent sous diverses formes et dans tous les terrains sédimentaires. Le fait spécial de la dispersion de la fluorine est même connu depuis longtemps. Les marnes supraliasiques ont pu être pénétrées par la silice de la même façon que les bétons romains par les minéraux zéolithiques et le spath fluor.

La présence des zéolithes dans les filons n'est pas non plus un obstacle pour M. Fournet. Il admet la coexistence de liquides volatils et de l'eau en particulier dans la masse ignée des filons. La pression s'opposant au dégagement de ces liquides, il a pu en résulter çà et là des combinaisons zéolithiques restées indécomposables comme les carbonates; mais certains minéraux zéolithiques ont pu se former après coup, par suite de réactions atmosphériques.

M. Fournet entretient ensuite la Société du terrain houiller de Communay, et y signale la présence remarquable de l'anthracite qui rappelle certaines couches du Creuzot notablement anthraciteuses. Enfin, il met en relief les conséquences importantes qu'il avait déduites, et que l'expérience a confirmées, des allures du terrain houiller touchant la direction suivant laquelle il était logique de le rechercher avec quelque chance de succès. Il renvoie pour des documents plus explicites à son mémoire sur l'extension des terrains houillers (*Acad. imp. de Lyon*, t. V et VI, 1855-1856).

De Vienne, la Société géologique s'est rendue à Saint-Symphorien-d'Ozon par la route de Paris à Marseille.

En traversant la plaine de Communay, M. Tisserandot a appelé l'attention de la Société sur la mine de charbon dont il dirige l'exploitation avec le concours de M. l'ingénieur Drian.

*Note sur le terrain houiller de Ternay et de Communay;* par M. Tisserandot.

La section du bassin houiller de la Loire, désignée sous le nom de bassin de Rive-de-Gier, s'étend jusqu'à la ville de Givors, qui est située sur la rive droite du Rhône.

Il peut se faire, et cela est très probable, que le terrain houiller passe sous le fleuve. Dans tous les cas, il reparaît immédiatement sur sa rive gauche. Il a été mis à nu dans les tranchées du chemin de fer de la Méditerranée au hameau de Flérieux dépendant de la commune de Ternay (Isère). Il continue ostensiblement sur cette commune et sur celle de Communay. Mais au milieu de la plaine de cette dernière commune il est recouvert par des alluvions anciennes et disparaît aux yeux, ce qui n'implique nullement qu'il cesse d'exister. Tout porte à croire qu'il se prolonge au delà, sans que l'on puisse déterminer quant à présent sa direction et sa plus ou moins grande profondeur. Son existence à Chamagneux, à près de 25 kilomètres du côté de l'est, donne en quelque sorte de la certitude à notre supposition.

Cet état de choses établit d'une manière irréfragable que le bassin houiller de Communay n'est que le prolongement de celui de Rive-de-Gier. Si le Rhône ne faisait pas une coupure, qui n'est probablement qu'apparente, on reconnaîtrait que les terrains anciens qui limitent, au nord et au sud, chacun des deux bassins, correspondent exactement entre eux.

D'autres faits tirés de l'allure générale et du caractère des gisements prouvent encore la coïncidence des deux bassins. La forme en fond de bateau du bassin de Communay, sa direction générale de l'ouest à l'est, ses grès à gros grains ou à grains fins, ses schistes noirs avec de nombreuses empreintes végétales sont identiques avec ceux de Rive-de-Gier.

On n'a pas trouvé jusqu'à ce moment, il est vrai, de houille bitumineuse dans la concession de Communay. Les couches que l'on exploite et celles qui ont été découvertes par le puits que l'on creuse à l'entrée de la plaine donnent un charbon maigre qui a

de l'analogie avec celui de certaines couches inférieures du bassin de Rive-de-Gier.

C'est un excellent combustible qui brûle très facilement et sans fumée, produit beaucoup de chaleur et dure longtemps au feu, plus longtemps que le coke et la houille grasse. Les morceaux connus dans le pays sous le nom de grelassons, dragées et chatilles, s'emploient avec avantage soit au chauffage industriel, dans fourneaux, grilles de chaudières à vapeur etc., etc., soit au chauffage domestique sur les grilles découvertes, dans les fourneaux de cuisine, dans les poêles et les appareils disposés pour ne brûler que du coke. Lorsque le combustible est bien embrasé dans les appareils domestiques, on le recouvre avec du menu mouillé, en ayant soin de ménager dans la croûte des ouvertures pour la circulation de l'air. On donne ainsi beaucoup de durée au feu. Le menu mélangé avec le menu de houille grasse fait aussi un chauffage très bon et très économique.

Le principal emploi du menu a lieu pour la cuisson de la chaux et des briques.

Enfin on obtient un coke dur et de très bonne qualité en carbonisant dans des fours à sole et à parois chauffées du menu pulvérulent mélangé intimement avec un tiers ou moitié de menu de houille collante.

*Note sur le terrain houiller de Communay;* par M. Drian.

Dans sa *Description géologique du bassin houiller de Communay*, M. Fournet a déterminé ainsi les limites du terrain houiller : au sud, en partant du hameau de Lagarde il s'étend presque en ligne droite jusqu'à la maison Chalan; de là, il s'étend sur le Communal de Chassagne, en passant vers la maison Deurieux et ensuite au hameau de Morze. Il revient ensuite brusquement vers le sud et de manière à décrire une circonférence presque complète dont les deux extrémités de l'arc se rapprochent beaucoup dans la combe de Chalan. De là les couches houillères rasent le pied de la butte de la Grange-de-Mars en passant vers Pivolet et ensuite tout près de l'extrémité méridionale de Communay. A ce point, les formations supérieures cachent l'affleurement de manière à laisser entièrement dans le doute sur sa direction. Cependant il paraîtrait d'après les résultats du sondage effectué en 1854 vers Pont-Palud, jusqu'à une profondeur de 100 mètres, que le terrain houiller passe un peu plus au sud, puisqu'on n'a pu constater son existence sur ce point. Il est vrai que les travaux du puits de

l'Espérance ont fait voir ensuite que le terrain houiller s'enfonce assez rapidement et qu'on peut l'avoir manqué.

La partie située sur le Communal de Chassagne étant entièrement à découvert a été attaquée la première, et depuis 1748 on y a fait quelques sondages et même des puits sur lesquels on n'a aucun renseignement utile.

Dans cette partie le terrain houiller paraît presque horizontal; en effet, il est contenu dans cet espace comme dans une cuvette. Mais à partir de la maison Chalan et de l'extrémité S.-O. de la Butte de la Grange-de-Mars, qui s'en rapproche beaucoup, les travaux exécutés dans ces dernières années ont fait voir que là se trouve l'origine d'un plissement du terrain houiller, qui déjà vers le puits Bayettan (ou veuve Mallard) doit descendre à plus de 200 mètres comme on le verra bientôt. Ce plissement, très resserré entre la maison Chalan et la maison Malaguet, s'élargit ensuite rapidement. A partir du puits Bayettan et jusqu'au delà de la maison Drevon, il s'étale soit du côté de Communay soit du côté de la Trouvelière, de telle manière qu'au puits de l'Espérance les couches sont presque horizontales dans le sens N.-S., et plongent de 25 à 30 degrés vers Notre-Dame-de-Limon. Telles sont les données positives qu'il m'a été possible d'obtenir jusqu'à présent.

Je vais les compléter en donnant quelques détails sur le puits de Bayettan et celui de l'Espérance.

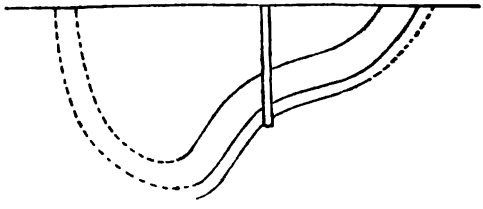
Au puits Bayettan on a rencontré deux couches de houille : la première a été rencontrée à 65 mètres de profondeur, la seconde à 143 mètres. L'inclinaison des couches étant à peu près de 25 degrés, elles sont réellement à plus de 60 mètres l'une de l'autre. On a trouvé à l'affleurement les indices de l'existence d'une troisième petite couche qu'on peut présumer être à 20 mètres de la seconde.

L'allure de ces couches doit être remarquée, car, à partir de l'affleurement, où l'inclinaison est de 45 degrés, celle-ci diminue rapidement, de manière à n'être plus que de 20 degrés. Vers le puits Bayettan, elle revient à 25 degrés et augmente ensuite rapidement de manière qu'à 50 mètres du puits et au nord elle tend à devenir verticale, ainsi que le représente la figure ci-contre, où les lignes ponctuées indiquent le relèvement présumé des couches du côté de la Grange-de-Mars.

Les travaux se sont étendus à plus de 300 mètres du puits Bayettan et à l'est; mais là une faille dirigée à peu près N.-S. et plongeant vers l'est d'environ 70 degrés a produit un glissement

par lequel les couches à l'est se trouvent à un niveau inférieur. Ce n'est que plus tard que nous pourrons savoir de combien le terrain s'est abaissé.

Puits Bayettan.



Cette faille est donc parallèle à une cassure aussi dirigée N.-S. que M. Fournet a signalée au puits n° 2 situé sur le communal de Chassagne.

Je ferai remarquer que l'extrémité sud de la faille qui a interrompu nos travaux à Bayettan correspond à un piton de mica-schiste qui paraît isolément sur le chemin de Bayettan à la maison Drevon. Il y a donc là une ligne générale de fracture située précisément entre le puits Bayettan et le puits de l'Espérance.

Le puits de l'Espérance a été foncé à la profondeur de 94 mètres, et dans cet espace on a traversé des couches différentes de celles du puits Bayettan. Ce sont presque uniquement des schistes verdâtres plus ou moins fins ou sableux, à feuillets contournés et devenant souvent massifs. Ces couches contiennent de distance en distance des bancs de grès quartzeux et plus ou moins caillouteux, prenant quelquefois la forme de rognons. Il s'y trouve aussi des couches d'argile schisteuse noire, à empreintes de roseaux, de fougères, de calamites et d'astérophyllites, mais sans trace de houille.

A 60 mètres de profondeur, on a trouvé quatre petites couches de houille semblable à celle de Bayettan. Ces couches sont régulières et d'une épaisseur constante sur plus de 100 mètres d'étendue ; mais elles sont trop minces pour qu'on ait dû s'y arrêter.

Tout l'ensemble traversé au puits de l'Espérance n'ayant pas de ressemblance avec les couches du puits Bayettan, il est naturel de penser que c'est la partie supérieure réelle du terrain qui, s'est trouvée au-dessous du niveau de celles du puits Bayettan et qui par conséquent n'a pu être dénudée.

Il résulte donc de ce fait que les couches trouvées au puits Bayettan doivent se trouver au puits de l'Espérance, à peu près à

200 mètres de profondeur, ainsi qu'on peut le conclure des travaux exécutés jusqu'à ce jour.

*Course du mardi 6 septembre.*

La course du mardi était en partie destinée à compléter la connaissance des terrains supérieurs. La coupe d'Heyrieux avait offert un développement considérable des assises supérieures aux sables à Buccins, et présenté un rudiment du terrain à lignites dont un ou deux jours auparavant la Société avait constaté la trace réduite à une simple couche d'argile dans les cailloutis de la chapelle Saint-Boniface. Aujourd'hui elle était appelée à visiter un ou deux gisements de lignite exploité. Elle s'est fait porter par le chemin de fer de Genève à la station de Pont-d'Aix dont les tranchées présentent toujours la même succession de couches, lehm, sables ferrugineux à Mastodontes, cailloutis, sables marins. De Pont-d'Aix, son point d'arrivée, elle a gagné les hauteurs de Varambon qui lui ont offert les premières couches de lignite possédant une épaisseur suffisante pour avoir fait, il y a quelque temps, l'objet d'une exploitation. Les lignites alternent avec des argiles dont les couches inférieures ont fourni à M. Jourdan un grand nombre de Mélanopsides. Ces argiles sont grises ou bleuâtres; elles sont recouvertes par des conglomérats qui sont sur certains points cimentés par des infiltrations de manganèse.

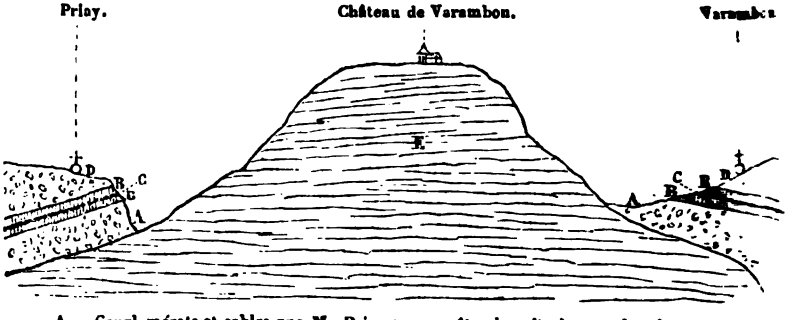
Le terrain à lignites a subi des glissements qui ont produit le phénomène d'altération du combustible que les mineurs de la Provence retrouvent partout où le sol est crevassé de façon à présenter ce qu'ils appellent des *mouillères*. Le lignite, subissant alors l'influence de l'air et de l'eau, se désagrége, perd son éclat, et passe à un état terreux désigné en Provence sous le nom de *charbon mouillé*. Cet état est analogue à celui que l'on connaît à Saint-Étienne sous le nom de *charbon moureux*. M. Grüner l'a retrouvé en Silésie. Quand la décomposition devient complète, il ne reste pour ainsi dire que les cendres du lignite. On pourra consulter à cet égard les beaux travaux de MM. de Villeneuve et Diday (*Annales des mines*, 1844 et 1847). M. Fournet ajoute que les couches presque verticales

de Manosque subissent la décomposition jusqu'à une trentaine de mètres de profondeur. On comprend du reste facilement que ces conditions de glissement, de tassement, de décomposition, sont très défavorables pour l'exploitation. Le glissement de Varambon s'effectue sous un angle très faible, et M. Fournet ajoute qu'autour de Lyon de semblables mouvements de terres superficielles ont souvent lieu après de grandes pluies.

Le système de couches à lignites, visible le long de la route de Varambon jusque près du village, cesse de l'être aux pieds de la hauteur qui porte le château, hauteur assez bien circonscrite de tous les côtés, et composée uniquement de sables dont il a été impossible à la Société de préciser la formation lacustre ou marine, à cause de l'absence de fossiles. Quelques caractères minéralogiques rappellent les sables à Buccins, et paraîtraient confirmer l'opinion de M. Drian, qui les considère comme représentant la mollasse sableuse supérieure, laquelle aurait formé relief au fond du lac où se sont déposés les lignites, ainsi que le représente le diagramme suivant :

*Coupe entre Priay et Varambon.*

*Rapport de la mollasse et des conglomérats à lignites près de Varambon, département de l'Ain, près Pont-d'Ain.*




A — Conglomérats et sables que M. Drian suppose être la suite des conglomérats marins de M. Jourdan.

B — Marnes grises ou bleuâtres renfermant le lignite; l'épaisseur de chacune de ces deux couches de marnes est de 2 à 6 mètres; souvent elles renferment d'immenses quantités de Planorbes et quelques autres coquilles, mais sur d'assez grands espaces on n'y trouve rien.

C — Couches de lignite; à Priay comme à Varambon, elles ont de 0m,80 à 1m,50.

D — Conglomérats et sables supérieurs au lignite, que M. Drian présume être lacustres, mais dont la composition doit être vérifiée.

E — Mollasse.

L'absence de preuves décisives a permis à quelques membres de se demander si les lignites, au lieu de buter contre l'escarpement, ne passeraient pas sous ces sables prétendus marins, lesquels correspondraient aux sables supérieurs d'Heyrieux. Toutefois, l'expérience de M. Drian et sa profonde connaissance des terrains des environs de Lyon plaideront en faveur de sa manière de voir jusqu'à preuve du contraire.

La Société est redescendue à Pont-d'Ain pour se rendre à Soblay. La localité de Pont-d'Ain est sise à l'extrémité d'une arête oxfordienne, au contact du terrain jurassique et du terrain bressan. Du sommet de l'arête, M. Fournet, attirant l'attention de la Société sur la plaine qui se déroule dans le bas, en a indiqué par quelques mots le régime hydrologique; il a résumé sa théorie des *losnes* (1).

---

(1) Faute d'avoir compris le sens du mot losne ou lône, qui est nettement indiqué dans le nom de Saint-Jean-de-Losnes, les géographes ont qualifié ces cours d'eau des noms de *rivière de l'Aulne*, de *la Laune*, de *Grande-Laune*. D'ailleurs il importe de distinguer tout d'abord deux cas : certaines lônes ne sont que des bras qui, se détachant de la rivière principale, vont envelopper une île; alors la lône est d'ordinaire la branche la plus faible, ou bien encore celle dans laquelle le courant est le moins vif. En un mot, il ne s'agit alors que d'une simple *brassière* du fleuve. Les lônes proprement dites ont une origine plus complexe, en ce sens qu'elles naissent au milieu d'un effondrement survenu dans le terrain meuble de la plaine riveraine. Quelquefois la lône n'est indiquée que par cet état rudimentaire de simple cavité, et l'on en vit une se former de cette manière à la suite des grands débordements de 1812, dans le quartier même des Brotteaux, à Lyon, où il est resté ce que l'on appelle le lac de Paphos, ainsi que je l'ai expliqué dans mon travail sur les effondrements de divers terrains (*Ann. de l'Acad. de Lyon*, 1852). Dans d'autres cas, le fontis, au lieu d'être à peu près circulaire, s'effectue suivant une ligne plus ou moins sinueuse, plus ou moins longue, de manière à former ainsi un lit prolongé. Souvent encore les simples dépressions du gravier littoral d'une rivière suffisent pour jouer le même rôle. Quelle que soit leur origine, ces cavités étant en communication souterraine avec le cours d'eau voisin, il arrive que, quand celui-ci croît, l'eau s'exhausse dans le creux, et, s'il menace de déborder, le lac tend pareillement à déverser par-dessus ses bords. Enfin, quand l'extravasation s'effectue, les eaux s'écoulent d'un côté ou de l'autre, se jettent dans toutes les parties basses qu'elles rencontrent. Elles les convertissent finalement en un véritable lit continu par suite de leur rapprochement qui s'effectue à l'aide de la corrosion des plages intermédiaires. Certaines lônes

La montée de Saint-Martin s'est effectuée dans les couches d'un calcaire contenant des Astartes qui révèlent l'horizon de l'oxfordien supérieur. C'est dans des poches de ce calcaire et loin de tout terrain tertiaire qu'a été déposé le lignite de Soblay, qui fait encore aujourd'hui l'objet d'une exploitation à

---

sont donc purement temporaires, intermittentes; d'autres ont un cours continu; d'autres encore sont constamment stagnantes, ou même parfois à sec, suivant leur profondeur et la hauteur des parois qui les encaissent. En tout cas, il est facile de voir que ces eaux siphonantes doivent assez souvent mettre obstacle aux bienfaits que l'on attend d'une digue, puisque la rivière débordée, passant au-dessous, n'en inonde pas moins la plaine par l'orifice de la lône. Sur les bords du Rhin, dans le duché de Bade, on a remédié à cet inconvénient en établissant autour de ces sources des levées circulaires, dont les axes sont creux, pour laisser jouer le liquide, mais qui de loin ressemblent à des tumulus. Or, ces lônes abondent dans la vaste plaine des Brotteaux, surtout dans la partie nord où elle confine avec le Rhône du côté de Jonage. La plaine de l'Ain qui en fait la suite, entre Montluel et Pont-d'Ain, présente un grand nombre de ces accidents dont on se tire quelquefois fort difficilement, quand on s'est engagé dans leur plexus sans en avoir la théorie. A l'aide de celle-ci, on sait qu'il suffit de remonter la lône pour arriver à sa source, où l'on peut la contourner; sinon on s'engagerait dans l'angle de leur confluent avec la rivière. C'est en procédant ainsi que, malgré un brouillard épais, je ne m'y suis pas égaré l'hiver dernier et que j'en suis sorti heureusement vers Leymont, à la grande stupéfaction des habitants. On saura d'ailleurs que cette plaine est perméable, au point que l'Albarine, fort jolie rivière à Saint-Rambert-en-Bugey, est à peu près complétement à sec, en temps ordinaire, à partir d'Ambérieux. De même, le Longerant et autres ruisseaux bressans disparaissent dans les graviers de la Valbonne, située vers la rive droite de l'Ain. En cela, cette plaine graveleuse ressemble à celle des environs de Valence et de quelques parties du département de l'Isère.

Sur le plateau bressan existe une longue dorsale le long de laquelle divergent les rivières qui, suivant leur position, s'écoulent au nord vers la Saône, et au sud vers l'Ain ou le Rhône. La Chalaronne, la Veyle, la Reyssouvre, etc., sont dans le premier cas; la Sereine, le Longerant, etc., suivent l'autre direction. Malgré sa forme peu accidentée, j'ai découvert ce long bourrelet en 1838, par suite de mes études sur la géographie physique du bassin du Rhône (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*); il n'a pas échappé non plus à l'attention de M. Raulin, qui le mentionne dans sa notice géologique sur la Bresse (*Bull. de la Soc. géol.*, 1851). Rien n'empêche de supposer qu'il soit le résultat d'un soulèvement récent, du genre de ceux dont il a été question dans la première journée de la Réunion, bien plus que celui d'une érosion diluvienne. En effet, son exhaussement au-dessus de la partie

iel ouvert sous la direction de M. Bernoud, ingénieur sorti de aint-Étienne. M. Bernoud a bien voulu nous diriger dans la isite que nous avons faite des travaux ; c'est sous sa dictée ue nous avons écrit la coupe que nous transcrivons ici. 'exploitation a fait reconnaître successivement de haut en as :

| | |
|---|---|
| Argile gris jaune, servant à faire des tuiles. . . . | 2m,50 |
| Argile blanche, avec traces de lignites, chargée de Limnées, de Planorbes et de Mélanopsides. . . | 2, 50 |
| Banc de charbon exploité, avec couche d'argile en haut. . . . . | 3, 30 |
| (Dans les 50 centimètres supérieurs on a trouvé des débris de *Mastodon tapiroides*, d'*Hipparion*, etc.) | |
| Mélange d'argile gris noir, avec branches d'arbres de 2 à 3 mètres de long. . . . . | 4, 00 |
| Banc de charbon noir, lignites tendres. . . . . | 1, 50 |
| Mélange de bois très divisé, de sable rouge et de marne blanche, mélange compacte, très dur. . . | 2, 50 |
| Lignite noir brillant. . . . . | 1, 30 |
| | 17m,60 |

Sous la troisième couche de lignites sont des sables d'épaisseur inconnue.

Les fossiles lacustres recueillis dans la partie supérieure sont reconnus par M. Jourdan pour être identiques avec ceux qu'il avait recueillis le matin à Varambon. On a trouvé dans es déblais de charbon un morceau de carapace de Tortue qui est déposé dans les collections de Lyon.

---

du plateau qui s'étend de la Croix-Rousse jusqu'à Sathonay est assez brusque. Et, de plus, il est disposé de manière à faire suite à la dislocation principale du Mont-d'Or, indiquée par la grande faille de Limonest à Curys. Rien n'empêche enfin d'y voir le résultat complexe de la double action des mouvements du sol et du diluvium.

Cependant cette dorsale est encore plus remarquable par suite de son influence météorologique. En effet, j'ai démontré que les pluies y sont beaucoup plus abondantes que dans toutes les parties environnantes. En vertu de cette cause, elle joue un rôle capital, non-seulement dans le régime fiévreux des étangs de la Bresse, mais encore dans les débordements de la Saône, ainsi que je l'ai exposé à l'occasion des inondations de Lyon (*Comptes rendus*, 1856).

(*Note de M. Fournet.*)

La Société a quitté Soblay pour se rendre à Saint-Jean-le-Vieux à travers une vallée très pittoresque creusée dans le terrain jurassique, où est située la campagne de M. de Châteauvieux, et a terminé sa course en constatant dans une colline qui domine Saint-Jean un gisement de terrain à lignites avec argile à Paludines, et dans les dépôts sablonneux situés sur le haut de la colline la place où furent trouvées, il y a peu d'années, deux dents de *Dinotherium*.

La séance est levée après ces résumés à quatre heures du soir. Deux heures après, la Société recevait à l'hôtel de ville de Lyon une hospitalité splendide que lui offrait, dans sa haute sympathie pour les études libérales, M. Vaïsse, sénateur, chargé de l'administration du département du Rhône.

---

## *Séance du dimanche 11 septembre.*

PRÉSIDENCE DE M. FOURNET.

Lecture et adoption du procès-verbal de la dernière séance.

M. Jourdan, vice-président, fait le résumé des trois dernières courses.

### *Course du jeudi 8 septembre.*

La Société devait consacrer les trois derniers jours de la semaine à l'examen des terrains anciens des environs de Lyon. Ces terrains occupant de plus grandes surfaces et étant beaucoup plus variables que les terrains plus récents étudiés jusqu'à présent, il s'ensuit que les objets des études devenaient plus nombreux. Cependant la Société, se trouvant dans l'impossibilité de tout voir, a dû laisser de côté une foule de phénomènes qui eussent mérité son attention dans d'autres conditions.

Le premier jour, la Société s'est transportée de Lyon à Tarare. Jusqu'auprès des bois de Charbonnière et de l'Étoile (commune de Marcy-le-Loup), la route est creusée dans les cailloutis, graviers du lehm, avec couches argileuses, galets de l'horizon des Mastodontes, avec sables ferrugineux et fragments de granite passé à l'état de kaolin, et nombreux cailloux cal-

caires. Le fer et le manganèse jouent un rôle considérable dans ces divers dépôts. Le premier, en vertu de ses propriétés colorantes, teint les cailloux en brun jaunâtre, ainsi qu'il arrive toutes les fois que ce métal est à l'état de peroxyde. La rubéfaction n'intervient ici que d'une façon limitée. Le second, obéissant à sa tendance naturelle à se séparer du premier, forme des lits semés de points noirâtres et placés au-dessous des précédents. De nombreux fragments de quartzite se trouvent dans les parties superficielles, mais çà et là aussi abondent les débris schisteux des montagnes de la Brevenne que nous avons devant nous. Or, ces schistes étant chargés du protoxyde de fer qui les fait passer à l'état de *cornes vertes*, il arrive que la suroxydation et l'hydratation s'effectuant sur de larges bases, et l'acide carbonique aidant, les dissolutions de l'hydrate de fer ont pu donner naissance à des agglutinations qui constituent les *bétons ferrugineux*, bétons, comme on le voit, fort distincts des *bétons calcaires* que la Société a vus dans les précédentes excursions. Sur les points où ils sont assez puissants, comme, par exemple, à l'approche de Lentilly, on les recherche pour la construction des fours à cuire le pain, parce qu'ils résistent au feu. M. Fournet y a trouvé des fragments de bois pétrifiés par l'hydrate de fer.

Ces dépôts caillouteux présentent au bois de l'Étoile la particularité d'occuper un niveau supérieur à celui qu'ils occupent aux environs de Lyon; de plus, ils ne se retrouvent pas dans les parties les plus basses de ces mêmes régions. Cette absence provient-elle d'un lavage ultérieur qui aurait protégé ces parties hautes, ou ces parties hautes elles-mêmes seraient-elles l'effet d'un exhaussement local et récent? M. Jourdan se contente de poser la question sans la trancher.

Le gneiss apparaît près de Marcy-le-Loup, contenant par place des dykes de granite qui jouent un rôle important dans l'arête qui établit la démarcation des eaux de l'Azergues et de la Saône. Le gneiss est beaucoup plus feldspathisé dans leur voisinage qu'à de plus grandes distances où il se rapproche davantage du micaschite.

Cet ensemble primordial disparaît à l'approche de Sourcieux où l'on entre dans le système plus récent des schistes désignés

par les mineurs sous le nom de *cornes vertes* à cause de leur couleur ; d'autres roches sont désignées sous le nom de *cornes rouges* par une raison du même ordre. Les unes et les autres ont motivé diverses explications de la part de MM. Grüner et Fournet.

M. Fournet considère les *cornes rouges* comme une transformation des roches schisteuses au contact des roches porphyriques.

M. Grüner les regarde comme une simple variété rubéfiée des *cornes vertes*, qui pour lui sont la roche schisteuse durcie dont se compose tout le terrain, le toit et le mur du filon se composant de ces mêmes schistes *blanchis* et privés de fer. Il a vu une multitude de dykes porphyriques (granitoïdes et quartzifères) coupant les schistes durcis ou argileux, sans les avoir transformés en *cornes rouges*. La Société en a vu des exemples nombreux dans sa course du 9 septembre, le long de la montée de Tarare à Pin-Bouchain, ainsi que les deux jours suivants entre Thiry et les Charnay.

M. Fournet donne à l'appui de sa manière de voir des développements qui feront l'objet d'une note spéciale.

Les schistes euritiques se prolongent dans la vallée de la Brevenne, et font place au gneiss près de l'Arbresle qui disparaît à son tour sous le terrain houiller et le trias entre l'Arbresle et Bully. Le terrain houiller n'affleure pas sur la route qui se trouve entièrement creusée dans le trias. Une carrière exploitée à 2 ou 3 kilomètres de Bully, et qui a mis à découvert toute l'épaisseur du trias lyonnais, jusques et y compris les premières couches de calcaire à Gryphées, a fixé pendant longtemps l'attention de la Société. M. Drian a bien voulu nous communiquer la succession des couches telle qu'il l'a relevée en 1853 ; nous la reproduisons ici textuellement.

*Lias et infra-lias ou sinémurien.*

| | Mètres. |
|---|---|
| 1. Calcaire à Gryphées, ou lias. . . . . | 20,00 |
| 2. Calcaire sableux du lias, quantité de sable très variable. . . . . | 15,00 |
| 3. Deux petits bancs de calcaire sableux. . . . . | 0,30 |
| 4. Couche de marne. . . . . | 0,10 |
| 5. Calcaire. . . . . | 0,20 |

| | | Mètres. |
|---|---|---|
| 6. | Calcaire | 0,20 |
| 7. | Marne bleue | 0,10 |
| 8. | Calcaire sableux | 0,40 |
| 9. | Calcaire en rognons | 0,18 |
| 10. | Calcaire sableux | 0,25 |
| 11. | Couche de marne | 0,15 |
| 12. | Calcaire sableux jaunâtre | 0,40 |
| 13. | Calcaire feuilleté en 5 ou 6 petits lits | 0,40 |
| 14. | Calcaire très marneux, en rognons irréguliers, avec taches rougeâtres | 0,50 |
| 15. | Calcaire d'un gris clair, à joints ondulés ou curvilignes | 0,35 |
| 16. | Calcaire d'un bleu légèrement brunâtre, compacte | 0,45 |
| 17. | Calcaire jaune | 0,50 |
| 18. | Marne d'un vert sale, avec veines fibreuses de chaux carbonatée | 0,06 |
| 19. | Calcaire marneux jaune | 0,55 |
| 20. | Marne très bleue, avec veines de calcaire fibreux à la partie supérieure | 0,40 |
| 21. | Calcaire marneux jaune, avec filet bleu au bas | 0,80 |
| 22. | Calcaire jaune marneux | 0,20 |
| 23. | Calcaire jaune marneux | 0,15 |
| 24. | Calcaire jaune et très marneux | 0,50 |
| 25. | Marne calcaire bleuâtre et compacte | 0,45 |
| 26. | Petit lit noirâtre. Banc marneux jaunâtre. Lentilles de calcaire compacte | 0,70 |

*Choin bâtard.*

| | | |
|---|---|---|
| 27. | Beau banc de *choin bâtard*, avec deux sutures stylolitiques également espacées. Surface ondulée, lisse et perforée par des mollusques térébrants, ce qui indique un arrêt dans la sédimentation | 1,00 |
| 28. | Autre banc de calcaire compacte | 0,13 |
| 29. | Calcaire à lits ondulés | 0,14 |
| 30. | Calcaire compacte | 0,15 |
| 31. | Calcaire compacte, gris clair | 0,70 |
| 32. | Calcaire à très petits bancs et joints très ondulés | 3,00 |
| 33. | Couches de calcaire sableux, dolomitique et entremêlé de lits de marne; ce calcaire est rougeâtre | 6,00 |
| 34. | Grès blancs, composés de sable et de cailloux quartzeux | 10,00 |
| 35. | Marnes blanches, avec boules de calcaire jaune | 3,00 |
| 36. | Grès à grains fins, taché de rouge | 4,00 |
| 37. | Marnes bigarrées de rouge, de jaune et de bleu | 5,00 |
| 38. | Couches de grès à ciment calcaire ou ferrugineux, | |

rarement à ciment siliceux, mêlées de quelques lits marneux, irrégulièrement disséminés. . . . .

Il manque ici toute la partie inférieure, composée des marnes à cargneules et des arkoses, qui a été signalée par M. Fournet à l'occasion de la coupe de Saint-Germain.

A l'Arbresle, le grès n° 38 repose directement sur les schistes métamorphiques chloriteux.

On remarque dans la coupe que la surface du banc calcaire n° 27, ou *choin bâtard*, a subi une certaine dénudation ; depuis longtemps M. Thiollière a insisté sur l'importance de ces accidents.

M. Fournet ajoute que pour trouver les étages inférieurs au grès à ciment calcaire n° 38, il faut porter les recherches du côté de la plaine de Persanze, ou bien encore entre l'Arbresle, Saint-Germain et Chessy. A l'Arbresle, on voit les marnes bigarrées près de la tuilerie. A la descente de Glay à Chessy, sous la montagne d'Oncin et avant d'arriver à la syénite, il a trouvé de nombreux fossiles sinémuriens. Enfin, les marnes juxtaposées aux filons pyriteux ont donné naissance au gîte de la *Mine bleue*, les carbonates cuivreux qui le composent ayant été formés par voie de double décomposition des sulfates cuprifères provenant des affleurements et des carbonates calcaires contenus dans ces mêmes marnes.

Plus loin, aux Arnas, M. Fournet indique la présence de la syénite, roche qui jusqu'alors n'avait pas été rencontrée par la Société. M. Grüner la considère comme étant un granite ordinaire, çà et là exceptionnellement parsemée de cristaux d'amphibole, sans prétendre d'ailleurs pour cela que toutes les syénites soient de même âge que le granite du Forez. Il a voulu montrer simplement, dans sa *Description géologique du département de la Loire*, que le massif granitique qui traverse le Lyonnais et le Beaujolais, du S.-S.-O. au N.-N.-E., n'est en réalité que du granite ordinaire, contenant çà et là quelques rares lamelles d'amphibole. Il ajoute que ce granite est, par contre, sur plusieurs points, recouvert par des schistes essentiellement amphiboliques. On en rencontre spécialement au-dessus de Saint-Julien-sur-Bibost, près de Tarare (*Description géologique du département de la Loire*, p. 126, et p. 158 à 161. 1857).

M. Fournet n'admet pas que la syénite, ou, si l'on veut, le

granite syénitique, soit une roche contemporaine du granite proprement dit. — Les syénites peuvent perdre leur amphibole, mais alors même elles conservent des caractères distincts. Elles possèdent des feldspaths plus variés que le granite ancien. Leur quartz est assez souvent infiltré d'une coloration rouge grenatique; et, soit par ses feldspaths, soit par ses quartz, la roche, à l'état sain, est généralement plus rouge ou plus teintée que le granite ancien qui est blanc dans la même condition. D'ailleurs le fer oxydulé, le sphène, le zircon, le fer oxydulé titanifère, les pyrites de fer, sont des minéraux assez fréquents dans la syénite et fort peu habituels aux vieux granites. De la réunion complète ou partielle de ces éléments minéralogiques résulte donc un ensemble bien distinct à première vue. Cela est si vrai que dans le Lyonnais, on ne confondra pas, minéralogiquement parlant, l'ensemble granitique et jamais amphibolique de la partie orientale du pays, avec l'ensemble syénitique avec ou sans amphibole de la partie occidentale.

Si d'un côté la syénite peut passer à l'état de roche granitoïde dépourvue d'amphibole, par un effet opposé elle tourne à des masses surchargées d'amphibole, représentées par des diorites. On peut observer entre autres ce changement dans la rapide descente du ballon de Giromagny à Séeven. Ici la syénite perdant successivement ses gros cristaux feldspathiques roses, l'amphibole devient prédominante et l'ensemble passe à une diorite granitoïde, à gros grains, contenant quelques lames de mica et d'un aspect général blanchâtre. Ces modifications conduisent finalement aux filons de diorite signalés, en 1846, à Ternuay, puis au Neunerstein, sur les rampes du Champ-du-Feu, et qui ont été acceptés par M. Delesse. Notons d'ailleurs qu'en s'exprimant ainsi M. Fournet n'a nullement la prétention de se poser en inventeur de la théorie de l'association des diorites et des serpentines, attendu qu'elle avait déjà été indiquée, en 1833, par M. Thirria (*Stat. de la Haute-Saône*). Mais il importe de faire remarquer que M. Delesse s'étant prononcé en faveur de l'association des diorites et des roches amphiboliques en général avec les syénites, sur le pourtour des massifs vosgiens (*Bull. de la Soc. géol.*, 1852), il ôte à M. Fournet les faibles motifs d'hésitation qui provenaient

des obstacles que lui avaient présentés les pâturages et les forêts des Vosges (*Bull. de la Soc. géol.*, 1846). Le département de la Loire offrira un jour des diorites pareilles, et elles laisseront à M. Grüner le regret de n'avoir pas accepté les syénites du Lyonnais, parce qu'il ne saura à quel groupe éruptif il devra rattacher ces dégradations minéralogiques.

En résumé, les syénites présentent des modifications plus variées que les granites anciens, circonstance qui est d'ailleurs la conséquence naturelle de leur plus grande complication minéralogique. De plus, ces modifications ne doivent pas plus surprendre que celles qui se manifestent dans ces mêmes granites anciens. Ceux-ci sont souvent plus micacés sur certains points que sur d'autres; et même il s'y développe, en remplacement du mica, d'abondants grenats, surtout quand ils deviennent décidément granulitiques.

Arrivée à Tarare et profitant des dernières lueurs du jour, la Société a gravi la montée de Saint-Marcel et a reconnu les couches du terrain carbonifère, composées de grès grossiers, à galets de quartz hyalin, de lydienne, alternant avec des grès fins, olivâtres, et des schistes argileux, gris bleuâtre, fissiles et tendres. M. Jourdan a recueilli une trace d'Encrine dans le schiste, située dans le bas, non loin de Tarare. M. Fournet a fait remarquer que l'ensemble est redressé vers le Boucivre et non du côté de la chaîne occidentale de Tarare. Cette disposition, qui résulte à la fois de la continuité de la nappe sur laquelle est tracée la route et de la forme des caps secondaires dont l'abrupt regarde le Boucivre, achève de démontrer, suivant M. Fournet, l'importance de ce soulèvement N.-O., S.-E. dont il a parlé à l'occasion de la structure du cirque de l'Arbresle.

Après le résumé de M. Jourdan, M. Fournet rappelle en quelques mots ses idées personnelles touchant la possibilité d'identifier minéralogiquement le *choin bâtard* et le muschelkalk; la période triasique constitue, pour lui, une période essentiellement chimique; il subordonne le caractère paléontologique au caractère chimique, et inclut dans cette période des couches portant, comme le *choin bâtard* de Bully et les marnes qui l'accompagnent, l'empreinte d'une sédimentation plus complexe que

celle des dépôts jurassiques qui le recouvrent. M. Drian range les numéros 1, 2, 3 de sa coupe sous la rubrique de lias, les numéros 4—26 sous celle d'infra-lias, les numéros 27—33 sous celle de muschelkalk, et enfin les numéros 34—38 sous celle de grès bigarré.

M. de Rouville introduit quelques variations dans les accolades ; pour lui, le lias serait représenté par la couche 1 ; l'infralias, par les couches 2 et 3 ; les marnes irisées et le muschelkalk, par les numéros 4—33 ; enfin, comme M. Drian, il ferait correspondre le grès bigarré aux numéros 34—38.

L'absence de fossiles suffisamment caractéristiques paraît à M. Mérian devoir faire réserver toute solution ; la découverte d'un *Mytilus* par M. Marès lui fait espérer que la paléontologie pourra un jour résoudre la difficulté. Il serait porté à généraliser dans les Alpes l'opinion exprimée par M. de Rouville touchant la présence du gypse, plus ordinaire dans le keuper que dans les couches liasiques.

M. Fournet fait la communication suivante :

*Note sur les roches schisteuses dites* cornes vertes *et* cornes rouges ; par M. Fournet.

Je rappelle d'abord que, d'après mes recherches faites en 1835 et 1836, la démarcation entre les micaschistes et les nouvelles formations est très régulière. On peut la définir par une ligne à peu près droite, dirigée N.-N.-E. S.-S.-O., qui, partant des environs de Sainte-Foy-l'Argentière, passe en amont de Courzieux, de Chevinay, de Sourcieux et aboutit au Pont-de-Buvet. Elle est désignée orographiquement par une file de cols d'égale hauteur dont les Romains ont profité pour faire passer leur canal de l'Orgeole qui aboutissait sur le plateau lyonnais. La route actuelle de Sain-Bel passe par le dernier de ces cols et l'on trouve le contact du granite avec ces schistes dans l'une des gorges qui environnent Chevinay. A l'est de cette ligne, on n'a que des gneiss, des micaschistes, des granites, avec tous leurs endomorphismes et exomorphismes dont il a déjà été question pendant l'excursion à Vienne et au sujet desquels j'ai donné une note succincte au congrès de Valence. J'expliquais alors que ces modifications s'étendent dans toute la chaîne comprise entre la Loire et le Rhône et même au delà jusqu'au Tanargue (*Bulletin de la Soc. géol.*, 1854). A

l'ouest de la même ligne, on voit se prolonger les cornes vertes, jusqu'à leur limite occidentale qui est beaucoup moins nette que leur limite orientale, parce que vers l'ouest ces schistes tendent à se confondre avec ceux du système carbonifère et qu'en outre leur nappe a été fortement bouleversée par les éruptions syénitiques et porphyriques. Cependant, d'après mes recherches, recherches qui, sans viser immédiatement à la précision qu'exige le tracé d'une carte géologique, suffisaient pour mes études du moment, on peut dire qu'une ligne, menée de Pontcharra à Ternand, et étendue par Sainte-Paule jusqu'à la Vauxonne en passant près de Blacé, indique les bornes occidentales de la formation. D'après cela, ces schistes verts forment un long ruban parallèle à la limite occidentale de la nappe micaschisteuse. Ce ruban aurait formé en quelque sorte le bord de la mer carbonifère, qui pour sa part s'étendait à l'ouest vers l'intérieur de la France.

Les roches qui composent ce ruban sont schisteuses, privées de fossiles, et de plus très métamorphiques, mais sans avoir la moindre analogie avec les micaschistes. J'admets donc qu'elles doivent faire partie d'un étage silurien fort ancien, qui serait le cambrien, si l'on veut accepter cette formation. En ce sens, elle servirait à casser les roches azoïques dont l'état cristallin est moins prononcé que celui des micaschistes primordiaux. En effet le mica ne s'y montre qu'accidentellement, au contact de quelques roches éruptives. Il est remplacé par les fines écailles d'une substance souvent confuse que sa couleur verte porte à ranger parmi les chlorites, et de là le nom de *schistes chloriteux* que je leur donne habituellement. Ceux-ci sont d'ailleurs souvent endurcis, changés en schistes amphiboliques, feldspathisés; on y trouve même çà et là des lamelles de graphite. En un mot les caractères variés de ces roches rappellent parfaitement ceux des *lapis corneus fissilis mollior, fissilis durior* des anciens minéralogistes de la Suède. Aux environs de Chessy et près des mines de Sain-Bel, l'ensemble comprend des bancs d'ardoises que l'on peut considérer comme des parties échappées au métamorphisme interne qui a affecté le reste. D'ailleurs, d'autres ardoises, chargées de veinules calcaires, paraissent terminer cet ensemble.

On trouve encore dans ce système une autre roche schistoïde, très compacte, dure, à cassure euritique en travers et de couleur rose. Les mineurs la distinguent de la précédente sous le nom de *corne rouge*, et M. Grüner est porté à la considérer comme n'étant qu'une simple variété rubéfiée de la corne verte. Je ne partage pas cette opinion par la raison que la rubéfaction, résultat d'une

action atmosphérique, aurait dû amollir la corne verte et non l'endurcir au point d'en faire une masse pétrosiliceuse. Je crains donc que M. Grüner ne se soit laissé influencer par l'état actuel des lieux qui ont été singulièrement dénaturés depuis 1834, de sorte que plusieurs phénomènes jadis très apparents sont actuellement perdus. Heureusement, j'ai conservé, dans ma collection les échantillons caractéristiques. En outre, à la demande de M. Élie de Beaumont, j'en ai remis de pareils à l'École des mines de Paris où M. Grüner les retrouvera sans doute.

J'ai montré à la Société des échantillons très instructifs, car on y voit de petits filons très nets d'une eurite rouge qui, coupant les schistes en travers, a envoyé, entre leurs feuillets, des infiltrations de propre substance. On peut donc compter, pour ainsi dire, les successions des pellicules rouges de l'eurite et des lames foncées des schistes. D'ailleurs, en clivant ces cornes rouges, leur caractère schisteux se met en évidence et de plus on peut arriver à obtenir des surfaces de clivage, tantôt vert-sombre, tantôt rouges, suivant qu'elles passent sur une lame schisteuse ou sur une lame euritique. D'autres échantillons montrent les indices d'une saturation feldspathique, telle que l'ensemble est devenu complétement pétrosiliceux rose, tout en conservant encore son caractère schisteux. Ailleurs, on rencontre des parties brouillées, où les lames schisteuses sont tordues au milieu de la pâte euritique. Enfin, à l'extrémité de cette série, on peut placer les cornes rouges pures, en ce sens qu'elles sont exemptes de schistes. Dans ce cas elles sont représentées par des masses euritiques roses, simplement traversées par des filaments quartzeux. Ces roches sont en quelque sorte les leptynites d'une roche granitoïde qu'il s'agit de spécifier.

Toutefois M. Grüner a fait remarquer qu'il a vu une multitude de dykes porphyriques, granitoïdes et quartzifères coupant les schistes durcis ou argileux sans les avoir transformés en cornes rouges. La Société en verra des exemples nombreux dans sa course de la journée suivante, le long de la montée de Tarare à Pin-Bouchain ainsi que plus loin entre Thizy et les Écharmeaux. A cette observation je répondrai que les schistes de Tarare, faisant partie d'une autre formation, ne sont plus les schistes argileux ardoisiers du terrain de Sain-Bel et de Chessy. Il n'y a donc rien qui doive surprendre dans le fait de résultats d'une autre nature, du moment où il s'agit de matériaux métamorphisables différents et de roches métamorphisantes d'une autre composition, agissant dans tous les cas sous des conditions thermiques qui n'étaient sans doute plus les mêmes, puisque les époques ont

changé. Je me réserve d'ailleurs de revenir sur la question quand on aura visité les lieux. Toutefois, avant de quitter la question, je rappelle mes hésitations au sujet du groupe plutonique auquel se rattache la corne rouge pure. En effet, on peut opter entre le porphyre rouge et la syénite qui se rencontrent dans le voisinage. L'extension de mes études me porte définitivement à admettre qu'il faut attribuer ces métamorphismes à une annexe de la syénite, car celle-ci renferme des filons d'un granulite rose et non pas rouge comme l'est le porphyre du pays. Et comme d'un granulite à une leptynite il n'y a qu'un pas, rien n'empêche d'admettre cette dégradation cristalline extrême qui aurait été occasionnée par le contact des schistes froids. D'ailleurs à Chessy, les cornes rouges abondent au toit du filon dont la syénite forme pour ainsi dire le mur. Cette relation de proximité est évidemment une nouvelle circonstance à mettre dans la balance en faveur de mon opinion.

*Course du vendredi.*

La Société a gravi la montée de Tarare pour atteindre Pin-Bouchain. Elle a reconnu que le porphyre forme des dykes très nets dans le schiste plus ou moins modifié du terrain carbonifère, comme on le voit également sur la route de Lyon à Clermont en amont de Boën dans la vallée du Lignon, ainsi que le fait observer M. Grüner. En outre, par le fait de nombreuses failles, le grès porphyrique du millstone-grit descend sur certains points jusqu'à la route, d'où résulte une sorte de confusion, parce que ce grès ressemble, à s'y méprendre, au porphyre granitoïde dont les détritus réagglutinés ont précisément formé ce grès. De son côté, M. Fournet fait observer que les dykes porphyriques sont non-seulement intercalés dans le terrain carbonifère, mais encore qu'ils empâtent des lambeaux de schistes de dimension très variée, quelquefois exigus, quelquefois fort volumineux.

M. de Rouville cite à cette occasion la description suivante de M. Dufrénoy. « Les terrains de transition sont plus abon-» dants dans la chaîne de Tarare que dans celle du Forez. » Cependant il est assez difficile de les étudier, par suite de » leur association continuelle avec les porphyres qui les pé-» nètrent dans tous les sens, altèrent leur stratification et en

» modifient les caractères. Le mélange de ces terrains est quel-
» quefois très intime et les porphyres contiennent fréquemment
» un grand nombre de fragments schisteux qui proviennent de
» ce terrain de transition. La couleur du porphyre change
» presque toujours, quand il contient de ces fragments : du
» rouge qui est sa teinte habituelle, il passe au brun et même
» au vert. *Ce changement brusque dans la couleur de cette*
» *roche, toutes les fois que cette circonstance se présente,*
» *conduit naturellement à supposer que les porphyres verts sont,*
» *pour la plupart, des roches formées de la fusion des por-*
» *phyres rouges et du schiste de transition. Il y aurait donc*
» *eu à la fois altération des terrains de transition par les*
» *roches ignées, et de celles-ci par la dissolution du schiste.*
» L'explication des roches d'un vert noirâtre, connues sous le
» nom de roches de corne, serait alors facile ; ce seraient des
» schistes à demi fondus » (*Descr. géol. de la France*, t. I, p. 142, 1841) (1).

---

(1) Je ferai observer que, avant d'avoir écrit les lignes précédentes, M. Dufrénoy avait déjà publié, en 1830, des *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*. Abordant l'étude de son plateau central, il parle de la montagne de Tarare, de ses porphyres quartzifères, de ses poudingues inclus dans le schiste argileux vert, de ses pétro-silex et de ses grauwackes pétro-siliceuses. Mais nulle part ici le savant minéralogiste ne parle de fusion, de métamorphisme. Le même silence est observé, à cet égard, quand il s'agit des porphyres verts qui traversent les terrains houillers d'une foule de localités du centre de la France. Bien plus, il arrive à trouver une certaine analogie entre ces porphyres et les serpentines.

Que s'est-il donc passé entre les années 1830 et 1841? Quelque chose de fort simple. J'avais fait connaître mes idées au sujet du métamorphisme. En 1834, notamment, préludant à mes observations sur l'endomorphisme, je signalai le *verdissement* du porphyre quartzifère, qui, près de Pont-Gibaud (Puy-de-Dôme), passe du rocher du Jour-de-l'An à Pranal, au travers de la Sioule, en longeant les filons métallifères et en coupant les schistes (*Étud. sur les dépôts métall.*, p. 89).

Plus loin (page 119), rappelant la conversion des schistes en un mélange grenu de feldspath et de mica semblable à une wacke effectuée sous l'influence des porphyres de Joachimsthal, j'assimilai ce phénomène à celui déjà cité à l'égard des porphyres quartzifères des environs de Pranal. Enfin, page 145, parlant des granites à petit grain, j'observe « qu'ils ont dû posséder une grande fluidité origi-

Pour compléter sa pensée, M. de Rouville fait remarquer qu'en effet les schistes ont pris une compacité et une texture cristalline qui les rapprochent infiniment des porphyres, et ceux-ci à leur tour ont empâté et modifié des portions de schistes qu'ils ont altérés et ont par suite perdu leur faciès normal. Il faut ajouter encore que la nature même du porphyre, sa texture granitoïde, l'absence de cristaux de quartz nets et bipyramidés, comme ils le sont dans le porphyre quartzifère, forment un élément de plus de confusion, un passage insensible reliant quelquefois ces porphyres à pâte plus fine avec les schistes passés à l'état d'eurite. On sait que M. Grüner a distingué ces porphyres sous le nom de porphyres granitoïdes, et les a sé-

---

» naire, car on en voit des veinules, bien suivies, de quelques centi-
» mètres seulement d'épaisseur dans les schistes, tandis qu'ailleurs ils
» forment aussi des masses puissantes. Quelques-uns de ces filons
» contiennent des fragments du micaschiste encaissant, qui sont fondus
» avec la masse environnante; cependant ils sont généralement anga-
» leux. C'est le plus ancien exemple de l'empâtement de débris de
» roches étrangères dans les filons de la contrée. »

Dans mon mémoire soumis au jugement de l'Institut en 1837, j'ai mentionné textuellement *qu'un état de dissolution plus ou moins avancé des parties de l'une des roches par la matière liquéfiée de l'autre devra encore se rencontrer, et, dans ce cas, la zone de contact indiquera une véritable brasure unissant les deux masses d'une manière intime*. La mention de cette brasure est également faite dans le rapport de M. Brongniart. S'arrêtant sur cette circonstance, qu'elle s'est montrée principalement dans le terrain de transition, le sagace géologue ajoute : « Les roches argilo-siliceuses qui entrent dans sa
» composition ont été d'abord brisées et comme triturées par le sou-
» lèvement des roches plutoniques; puis ces fragments, enveloppés
» par la matière en fusion, ont eu leurs arêtes, et leurs arêtes émous-
» sées par un commencement de fusion et soudées ensuite par ce même
» ciment. La roche qui en résulte se présente sous la forme d'une
» brèche trappéo-siliceuse, sorte de brèche si commune dans les ter-
» rains de transition. »

Quant aux mots que M. Dufrénoy ajoute en terminant, pour donner une explication facile des roches de corne qui seraient des schistes à demi fondus, mon antériorité est non moins explicite (*Jahrbuch* de Leonhard, 1836, p. 528).

Ainsi, on ne saurait sans injustice attribuer à M. Dufrénoy ce qui m'appartient. Notons encore qu'il n'est pas jusqu'à certaines expressions usitées aujourd'hui dans le langage du métamorphisme, et qui sont citées dans le rapport de M. Brongniart, qui ne fussent alors nouvelles. (*Note de M. Fournet.*)

parés du porphyre quartzifère aussi bien par leurs caractères minéralogiques que par leur rôle géologique. Un développement d'épidote par suite des actions réciproques des deux roches constituantes a verdi les schistes dont les fragments sont inclus dans ces porphyres.

La Société n'allait pas tarder à se trouver dans les grès qui accompagnent l'anthracite. Le même mélange intime entre les schistes et les porphyres se poursuit jusqu'à Pin-Bouchain; quelques kilomètres après, la Société descendait dans le district anthraciteux de Saint-Simphorien-de-Lay; elle en a traversé successivement les assises qui sont : à la base un poudingue grossier, au-dessus une série de grès porphyriques en partie stratifiés, ensuite des affleurements d'anthracite, plus haut de grandes masses cristallines d'apparence porphyrique, mais que les débris de schistes esquilleux et absolument intacts dont elles sont souvent criblées ne permettent pas de considérer comme une roche éruptive.

Ces couches pseudo-porphyriques ont vivement intéressé la Société, d'autant plus que la présence des fragments de schistes enlevait toute espèce de doute sur leur mode de dépôt. Le terrain anthracifère occupe la place du millstone-grit des Anglais; il repose directement sur le terrain carbonifère.

En descendant aux carrières de Regny, la Société a traversé successivement de haut en bas les grès, les poudingues de l'anthracite, puis immédiatement sous le poudingue les assises les plus élevées du calcaire carbonifère. Ce calcaire gris bleuâtre foncé, bitumineux, coupé çà et là de veines spathiques, a fourni dans la carrière la plus rapprochée de Regny un grand nombre de fossiles. M. Jourdan en a réuni dans le musée de Lyon une collection de plus de deux mille individus représentant plus de cent espèces. La Société y a recueilli un grand nombre de tiges d'Encrines, de Bellérophons, quelques *Productus* et un ou deux Evomphales. Les calcaires alternent avec des schistes et constituent la partie moyenne et supérieure du terrain carbonifère qui se compose de trois principaux groupes d'assises : des schistes et des grès argilo-talqueux, en haut; des calcaires noirs fossilifères avec assises intercalées de schistes verts, à la partie moyenne; des conglomérats et des grès

grossiers à galets de quartz hyalin, de lydienne, de quartzite à la partie inférieure. Sur la route de Regny à Thizy, les grès à anthracite et le terrain carbonifère sont reproduits avec les mêmes caractères. De nombreux filons porphyriques les traversent; les grès à anthracites présentent sur un point de la route la particularité d'être clivés en colonnades prismatiques. A Thizy la Société a eu l'occasion d'observer le contact immédiat du calcaire carbonifère et du porphyre quartzifère qui le recouvre directement sans lui avoir fait subir d'autre altération que d'y former à une distance de 0m,10 à 0m,15 de petits cristaux rougeâtres bien nets de feldspath. Des traces de sulfure de fer se trouvent sur la surface de contact.

Après ce résumé, M. Grüner complète de vive voix les observations nécessairement incomplètes de la Société. Il insiste particulièrement sur la composition et la distribution géographique des terrains anthacifère et carbonifère. Il appelle l'attention sur les grès à anthracites que, dans sa description du département de la Loire, il a appelés *grès* et *tufs* porphyriques. Il énumère un grand nombre de faits témoignant de leur dépôt mécanique, et circonscrit l'action métamorphique qu'ils ont dû subir ultérieurement. M. Grüner cite, comme preuves de métamorphisme *partiel* du terrain anthracifère, la silicification de certains grès, la transformation des combustibles en anthracites, celle des nombreux schistes en porcelanites, la prismatisation de certains grès, enfin et surtout l'existence des nombreuses paillettes de mica régulièrement hexagonales (*Description*, etc., p. 432). Il combat l'idée de feldspathisation avancée par M. Fournet. Le feldspath, d'après M. Grüner, existait déjà dans le grès; il n'y a donc pas été introduit après coup; l'action métamorphique s'est bornée à cimenter les parties et à changer leur structure, effets qui rappellent ceux dont le phénomène des arkoses nous offre des exemples. M. Grüner termine en faisant à grands traits l'histoire des opinions émises avant son travail sur les principales roches cristallines, éruptives ou pseudo-éruptives du département de la Loire, sur leur nature, leur âge, leur action sur les roches voisines, action dont il a déduit des conséquences que confirment pleinement les résultats de la chimie moderne.

ur la faible température du granite et des porphyres au moment de leur éruption. Le livre de M. Grüner (*Description géologique et minéralogique du département de la Loire*, 1857, t le résumé qu'il en a donné dans une séance de la Société géologique [*Bull.*, t. XVI, p. 412]) suppléeront à de plus grands développements.

M. Fournet revient sur la question des mélaphyres, et s'applaudit de l'accord qui existe entre M. Grüner et lui touchant l'exclusion des mélaphyres à titre de roche éruptive. Il a visité es régions parcourues par Léopold de Buch, et a reconnu que sous la dénomination de *mélaphyre* l'illustre géologue comprenait des basaltes proprement dits et des schistes modifiés, *exomorphisés* par les porphyres, et ayant par suite acquis un aspect plus ou moins porphyroïde. Il ne comprend d'ailleurs pas pourquoi M. Grüner combat ici l'idée de la feldspathisation qu'il n'a énoncée nulle part à l'égard des grès anthracifères que la Société a sous les yeux. Ceux-ci sont pour lui, comme pour M. Grüner, des produits aqueux essentiellement différents des roches métamorphiques formées sous l'influence de températures élevées ; mais entre ces grès, il a rencontré et mis sous les yeux de la Société des parties dures, à pâte euritique, translucide, foncée, contenant des cristaux feldspathiques, hyalins, et par conséquent fort différentes de ces roches mates et terreuses qui sont l'objet essentiel de M. Grüner. Or, la différence entre les deux catégories étant tranchée, il croit pouvoir conclure que les causes qui ont agi de part et d'autre sont pareillement différentes. Il engage d'ailleurs M. Grüner à mettre ses grès en parallèle avec la grauwacke de Tham qui fait actuellement l'objet de discussions entre M. Delesse et M. Kœchlin-Schlumberger. Son aspect rappelle celui des grès de la Loire et nullement celui des porphyres proprement dits, non plus que celui des roches devenues porphyroïdes dans les conditions dont M. Fournet s'est occupé. Il y a donc là une question à revoir ; mais si quelques personnes ont pu croire à une confusion, elle est tout au plus survenue dans les pourparlers à l'occasion d'un caractère physique commun entre le porphyre de Tarare et le grès des environs de Regny. L'un et l'autre sont en effet blancs, ce qui peut

laisser un instant d'incertitude. Cependant, ajoute M. Fournet, il y a loin de là à mes mélaphyres feldspathisés dont la couleur est foncée. De son côté, la blancheur locale du porphyre quartzifère de Tarare n'a rien de bien extraordinaire : elle se manifeste également sur une foule d'autres points, tant du Lyonnais que de l'Auvergne, où cependant cette roche, étant très solide et très dure, de même qu'à Tarare, est par conséquent bien différente du grès plus tendre et plus profondément altérable de la formation carbonifère. Si d'ailleurs la Société, moins pressée par le temps, avait pu visiter les plateaux, tels que ceux d'Avenas, de Vaux-Renard et de divers autres points, elle aurait fait connaissance avec les vrais mélaphyres du Lyonnais, tels qu'ils ont été décrits en 1858 (*Bull. de la Soc. géol.*) et tels qu'on n'en voit point de pareils autour de la station actuelle.

M. Jourdan serait disposé à attribuer aux phénomènes cristallins des environs de Tarare un grand rôle, à la fois géographique et géologique. Quant aux roches éruptives proprement dites, il croit pouvoir les suivre sur un espace considérable se distinguant assez nettement des roches simplement modifiées.

M. Fournet, développant l'énoncé de son collègue, ajoute que les porphyres de Tarare font partie d'un vaste système de filons qui se prolonge bien certainement entre la Loire et l'Azergues jusqu'au col des Écharmeaux, puis au delà jusque dans le Mâconnais. Une autre zone de ces amas ou filons constitue l'arête beaujolaise qui, après s'être étendue depuis la Roche-Guillon jusqu'au Torvéon, entre l'Azergues et la Saône, semble se confondre avec la précédente à partir des Écharmeaux. Ces deux grandes émissions ont disloqué le terrain carbonifère de telle façon que les lambeaux sont, les uns plaqués contre les rampes orientales de la chaîne beaujolaise, les autres distribués sur son dos où ils constituent, dans un état plus ou moins métamorphique, les masses qui donnent aux sommités de Saint-Cyr-le-Chatoux, d'Auguel, de la Grandouze, du Soubran, une apparence conique. D'autres lambeaux ont été pliés ou déchirés dans la concavité de la vallée de l'Azergues. Il en est également resté sur le dos des montagnes des Sauvages,

de Diême, de Saint-Apollinaire, des Mollières, des Pramenoux, de Saint-Bonnet-de-Troncy, du Bois-Favrot, etc., etc. Enfin les autres fractions, les plus essentielles, sont celles qui constituent le terrain anthracifère dont la nappe, moins tourmentée, couvre la majeure partie de la surface comprise entre le revers occidental de la dernière chaîne jusqu'à la Loire et au delà. Ces grandes éruptions paraissent avoir eu pour conséquence finale l'ébranlement des terrains houillers. On est du moins en droit de le supposer, d'après la disposition des couches de Sainte-Paule qui sont redressées presque verticalement et pincées absolument comme celles de Sincey, tandis que le trias et le lias gisent en stratification transgressive et à peu près horizontale sur leur tranche. D'ailleurs, un puissant filon de quartz du système N.-O. et subordonné à ces porphyres paraît avoir été l'agent principal de ce redressement. Il croise en effet l'extrémité du terrain houiller. Ses débris roulés sont englobés dans le conglomérat triasique; mais on n'en voit aucun vestige dans les grès houillers. En cela il paraît être contemporain de celui de Saint-Priesle près de Saint-Étienne.

Ramenant l'attention de la Société sur le calcaire de Regny, il rappelle que dès le mois de septembre 1857 il le considéra comme l'équivalent du terrain carbonifère, tandis que MM. Élie de Beaumont, Dufrénoy, Rozet, Leymerie, et M. Grüner sur les indications de M. Voltz, le regardaient comme silurien. A ce sujet, il établit en peu de mots l'extension du terrain carbonifère en France telle qu'il l'a le premier observée.

M. Fournet ajoute qu'en étudiant les terrains de transition de Regny et des environs de Tarare, il avait également trouvé des fossiles et des empreintes végétales suffisamment caractéristiques pour qu'il pût les classer dans le système carbonifère. Le 8 septembre 1836, il les montra à M. Adolphe Brongniart, ainsi que l'atteste une lettre de l'illustre professeur du Jardin des plantes. On conçoit, du reste, l'empressement avec lequel il a accepté les résultats de M. Jourdan, attendu qu'ils confirmaient de la façon la plus explicite ses anciens aperçus.

*Course du samedi. — Retour à Lyon.*

La Société tenait à rentrer le soir même à Lyon, et la distance à franchir était considérable; de plus, une partie des terrains qu'elle avait à traverser ne différaient pas de ceux de la veille; aussi sa course fut-elle rapide, et se borna-t-elle à quelques rares reconnaissances sur la route.

Entre Thizy et Saint-Vincent, on trouve uniquement les schistes du calcaire carbonifère traversés par de puissants dykes de porphyre quartzifère. A Saint-Vincent même paraît le poudingue qui sert de base au *millstone-grit.*

Non loin de là (à 2 kilomètres au sud de la route), on a jadis exploité, près du village *le Noir*, une couche d'anthracite dans les grès qui succèdent au poudingue.

Au pont de Saint-Vincent, dans le fond de la vallée du Rhin, le poudingue se montre sous forme de brèche au bord de la route; on y voit des débris anguleux de porphyre granitoïde.

De Saint-Vincent à Ronchal et au delà, on marche presque exclusivement sur une succession d'énormes dykes N.-S. du porphyre quartzifère. Le porphyre renferme presque partout de gros cristaux de feldspath. A partir du col (entre ces deux vallées) reparaît le grès porphyrique noir très feldspathique, et la même roche occupe presque seule le vaste plateau des Écharmeaux et des Chenelettes jusqu'au delà des Ardillats dans la vallée de Beaujeu.

A l'entrée de la ville de Beaujeu, on retrouve un dyke de porphyre quartzifère à grands cristaux de feldspath.

Après Beaujeu, les terrains anciens cèdent la place au terrain jurassique qui forme le prolongement de la chaîne du Mont-d'Or, et s'enfonce lui-même un peu plus loin aux approches de la Saône sous les dépôts tertiaires de la plaine. Ici le lias, et par conséquent le trias, doivent être enfoncés à de très grandes profondeurs. En effet, sur le revers oriental de la montagne de Brouilly, MM. Thiollière et Fournet, dans une excursion qu'ils faisaient ensemble, ont trouvé dans les carrières de Saint-Lager l'étage oxfordien établi au niveau du bas-plateau beaujolais. M. Fournet est entré à ce sujet dans diverses considéra-

tions, lorsqu'il a traité de la grande faille de l'Ardière dans son travail sur l'*Extension du terrain houiller de la France* (*Ann. de l'Ac. de Lyon*, 1855 et 1856). La direction de cette vallée que la Société vient de suivre dans toute sa longueur est N.-O.-S.-E., de même que celle du chaînon du Boucivre et de tant d'autres ramifications des montagnes lyonnaises déjà mentionnées. Elle représente donc un type essentiel à l'égard de l'orographie du pays, et c'est à ce titre qu'elle a été indiquée d'une manière toute spéciale dans les *Études pour servir à la géographie physique du bassin du Rhône* (*Ann. de la Soc. d'agr. de Lyon*, 1838). Pour le moment, il suffit de rappeler que le rapide plongement de tous les terrains jurassiques, depuis le Mont-d'Or au sud jusqu'à cette vallée de l'Ardière au nord, est suivie de l'exhaussement subit du système triasique sur son versant opposé. En effet, un de ses lambeaux est à la surface du plateau d'Avenas sur la montagne des Aiguillettes, à l'altitude de 847 mètres.

A cinq heures du soir, la Société prenait le chemin de fer et arrivait à Lyon à neuf heures.

Après ce résumé, aucun membre ne demandant la parole pour présenter des observations, le Président a prononcé la clôture de la session.

La Société avant de se dissoudre a voulu se réunir une dernière fois dans un banquet.

La journée du lundi a été employée à visiter les collections du palais Saint-Pierre, de la Faculté des sciences et de M. Dumortier. Ce dernier, que des circonstances pénibles ont tenu éloigné des séances et des courses, a bien voulu, durant toute la session, tenir ses belles collections à la disposition des membres de la Société. Ils ont particulièrement admiré, entre autres échantillons rares et curieux, les fossiles siliceux de Ciret si bien dégagés de leur gangue, malgré leur extrême délicatesse. M. Jourdan a mis sous les yeux de la Société ses magnifiques séries de mammifères du bassin du Rhône. M. Fournet a montré également les nombreux échantillons consacrés à prouver ses théories sur le métamorphisme et les filons.

---

A. Delesse. — Sur la minette des Vosges. . . . . 219
A. Delesse. — Sur le métamorphisme des roches . . . . . 223
J. Fournet. — Réponse aux observations énoncées par M. Delesse à l'occasion d'une note sur les mélaphyres . . . . . 231
Meugy. — Défense de la nomenclature de Dumont . . . . . 261
Gosselet. — Note sur des principaux fossiles recueillis par lui dans le terrain crétacé des environs de Mons et dans le département du Nord. . . . . 265
J. Martin. — Notice sur la concordance des fossiles du lias inférieur et des grès d'Hettange et de Luxembourg. . . . . 267
G. Cotteau. — Note sur le genre *Gastropygus* . . . . . 289
Kœchlin-Schlumberger. — Observations critiques sur un mémoire de M. Sc. Gras, intitulé : Comparaison chronologique des terrains quaternaires de l'Alsace avec ceux de la vallée du Rhône, dans le Dauphiné. (Pl. VII.) . . . . . 297
A. Boué. — Lettre sur les études géologiques en Autriche. . . . . 366
Benoît. — Note sur la mollasse du département de l'Ain. (Pl. VIII.) 369
Pouech. — Mémoire sur les terrains tertiaires de l'Ariége, dans les environs du Mas-d'Azil (Pl. IX et X.). . . . . 381
Grunner. — Note concernant la carte et la description géologique du département de la Loire. . . . . 412
Divers. — Observations sur la communication précédente . . . . 418
Th. Ébray. — Reconstitution approximative de l'écorce de la terre avant les actions diluviennes dans la Nièvre . . . . . 426
J. Gosselet. — Sur les terrains crétacés du Hainaut. . . . . 432
Raulin. — Sur la classification de la craie inférieure . . . . . 436
Benoît. — Note sur l'identité de formation du terrain sidérolitique dans la Bresse, le Jura occidental, etc. (Pl. XI.) . . . . 439
Virlet d'Aoust. — Sur les inconvénients géologiques qui peuvent résulter de l'expression de terrain ou étage sidérolitique . . 445
La Société. — Présentation du Budget des recettes et dépenses pour 1859 . . . . . 450
J. Capellini. — Note sur une nouvelle espèce d'Isis fossile. (Pl. XII.) 451
D'Archiac. — Note sur la troisième édition de *Siluria* . . . . . 454
Lartet. — Sur la dentition des proboscidiens fossiles et la distribution géographique et stratigraphique de leurs débris en Europe. (Pl. XIII, XIV et XV). . . . . 469
J. Barrande. — État actuel des connaissances acquises sur la faune primordiale. . . . . 516
Ch. Laurent. — Note géologique sur la ligne du chemin de fer de Madrid à Alicante (Pl. XVI). . . . . 548
Daubrée. — Mémoire sur la relation des sources thermales de Plombières avec les filons métallifères, et sur la formation contemporaine des zéolithes (Pl. XVII). . . . . 562
Jules Martin. — Note sur les arkoses et leur faune en Bourgogne. . 592
Ed. Hébert. — Observations sur les phénomènes qui se sont passés à la séparation des périodes géologiques. . . . . 596
Th. Ébray. — Remarques sur quelques fossiles contenus dans le gault supérieur des environs de Cosne (Nièvre). . . . . 606

Ed. Hébert. — Note sur le travail de M. Favre intitulé : *Mémoire sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie.* . . . . . 610
La Commission. — Rapport sur la gestion du trésorier pendant l'année 1858. . . . . 615
A. Boué. — Note sur la géologie de l'Herzégovine, de la Bosnie et de la Croatie turque. . . . . 621
E. Perron. — Sur la présence du gault et de la craie chloritée dans la Haute-Saône, aux environs de Gray. . . . . 628
Ch. Horion. — Notice sur le terrain crétacé de la Belgique. . . . 635
E. Renevier. — Sur l'âge relatif de la craie de Rouen et des grès verts du Mans, et sur la composition de l'étage cénomanien. . . 668
Eug. Deslongchamps. — Sur la limite du lias supérieur et du lias moyen dans le département du Calvados. . . . . 675
A. Damour. — Note sur la Gmelinite de l'île de Chypre. . . . . 678
Kœchlin-Schlumberger. — Métamorphisme des roches de transition à Thann et dans ses environs. . . . . 680
Ville. — Notice géologique sur le pays des Beni-Mzab (Algérie). . . 730
Ville. — Notice minéralogique sur le Sahara algérien occidental. . . 740
Ville. — Notice géologique sur l'oasis de Laghouat (Algérie). . . . 745
Ebray. — Sur le genre *Galeropygus* et sur les plaques des *Collyrites*. . 759
Michelin. — Rectification du nom de *Clypeaster Gaymardi*, Brongn. . 766
Noguès. — Sur un grès rouge des Pyrénées et des Corbières. . . . 769
D'Archiac. — Sur les fossiles recueillis par M. Pouech dans le terrain tertiaire du département de l'Ariége. . . . . 783
Royer et Barotte. — Note sur la carte géologique du département de la Haute-Marne. . . . . 815
Lory. — Note sur la carte géologique du Dauphiné. . . . . 817
Barrande. — Dépôt organique dans les loges aeriennes des Orthocères (Pl. XVIII). . . . . 828
Ébray. — Note sur l'importance probable de la craie blanche dans le midi de la France (Nièvre). . . . . 857
Burrau. — Sur l'existence du dévonien supérieur en Bretagne. . . 862
Dumortier. — Quelques observations sur la géologie du département de l'Aude et des Corbières (Lettre à M. d'Archiac). . . . 863
D'Archiac. — Note sur le genre *Otostoma* (Pl. XIX). . . . . 871
Delesse. — Remarques sur les roches métamorphiques feldspathisées. 879
Ébray. — Renseignements sur les grès ferrugineux de la Puisaye. . . 886
De Mortillet. — Note géologique sur Palazzolo et le lac d'Iseo en Lombardie (Pl. XX). . . . . 888
Hébert. — Note sur la limite inférieure du lias et sur la composition du trias dans les départements du Gard et de l'Hérault. . . 905
Sc. Gras. — Réponse aux observations de M. Kœchlin-Schlumberger concernant les dépôts diluviens de l'Alsace, et considérations sur la série générale des terrains quaternaires. . . . . 919
J. Desnoyers. — Sur des empreintes de pas d'animaux dans le gypse des environs de Paris, et particulièrement de la vallée de Montmorency. . . . . 936
H. Coquand. — Synopsis des animaux et des végétaux fossiles observés dans la formation crétacée du sud-ouest de la France. . . 945

Réunion extraordinaire à Lyon. . . . . 1102
Sc. Gras, — Sur les caractères du terrain de transport connu aux environs de Lyon sous le nom de *diluvium alpin* ou de *conglomérat bressan*. . . . . 1125
Fournet. — Observations relatives à la notice de M. Gras sur le diluvium alpin.. . . . . 1133
Fournet. — Note sur les phénomènes du lehm. . . . . 1140
Éraay. — Note sur la constitution géologique du Mont-d'Or et de ses dépendances. . . . . 1150
Dumortier. — Notice sur le terrain jurassique du Mont-d'Or lyonnais. 1165
Fournet. — Note sur le Mont-d'Or et sur son système triasique. . . 1165
Dumortier. — Note sur les tufs calcaires de Meximieux (Ain).. . . 1169
Fournet. — Note sur les cailloux impressionnés. . . . . 1163
Tisserandot. — Note sur le terrain houiller de Ternay et de Communay. . . . . 1115
Drian. — Note sur le terrain houiller de Communay. . . . . 1116
Fournet. — Note sur les roches schisteuses dites *cornes vertes* et *cornes rouges*. . . . . 1131

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES.

# BULLETIN

DE LA

# SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

## TABLE

### DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE SEIZIÈME VOLUME.

(DEUXIÈME SÉRIE.)

**Année 1858 à 1859.**

## A


*Aérolithe* de Clarac (Haute-Garonne), p. 207, 260.

*Ain*. Découverte de la craie et sur quelques traits du phénomène erratique, p. 114. — Sur sa molasse, p. 369. — Note sur les tufs calcaires de Meximieux, p. 1099. — Sur les caractères du terrain de transport connu aux environs de Lyon sous le nom de *diluvium alpin* ou de *conglomérat bressan*, p. 1028. — Réunion extraordinaire de la Société à Lyon, terrain tertiaire, p. 1119.

*Algérie*. Notice géologique sur le pays des Beni-Mzab, p. 730. — Notice minéralogique sur le Sahara algérien occidental, p. 740. — Notice géologique sur l'oasis de Laghouat, p. 745. — Sur une caverne servant de repaire à des hyènes, avec ossements de mammifères vivants, près de Laghouat, p. 111.

*Alpes* (*Hautes-*). Notice sur la constitution géologique du Briançonnais, p. 21. — Réponse touchant ses grès à anthracite, p. 27.

*Alsace*. Observations sur la comparaison chronologique de ses terrains quaternaires avec ceux de la vallée du Rhône dans le Dauphiné, p. 297. — Réponse sur ses dépôts diluviens, etc., p. 919.

*Analyses chimiques*. Mica des Vosges, p. 219; plombiérite, p. 579; *gmélinite* de Chypre, p. 678; argile sidérolitique de Mâcon, p. 442; krokidolithe des Vosges, p. 221. — briques, p. 711, 712; verre, p. 687. — roches métamorphiques de Thann; grauwacke, p. 683, 684, 686, 696, 699; concrétions, p. 689; silicates, p. 693, 694; pétro-silex, p. 703. — alluvions de la plaine du Rhin : lehm, p. 317, 319, 327, 338, 360; sable, p. 349; rognons, p. 355. — Sahara algérien : dolomies, p. 748; gypse, p. 749, 750; sable salifère, p. 739; eaux, 734, 752.

Angellot. Aérolithe de Clarac (Haute-Garonne), p. 207, 260.

*Aquitaine*. Sur la classification de la craie inférieure, p. 436. — Synopsis des fossiles observés dans la formation crétacée du S.-O., p. 945.

Archiac (d'). Note sur la troisième édition de *Siluria*, p. 454. — Note sur les fossiles recueillis par M. Pouech dans le terrain tertiaire de l'Ariége, p. 783; et appendice sur les environs de Bagnères-de-Bigorre, p. 813. — Note sur le genre *Otostoma* (gastéropode), p. 871. — Observations, p. 134, 204, 217, 260, 855.

*Ardèche*. Note sur sa carte géologique, p. 766.

*Ariége*. Sur ses terrains tertiaires dans

Réunion extraordinaire à Lyon. . . . . 102
Sc. Gras. — Sur les caractères du terrain de transport connu aux environs de Lyon sous le nom de *diluvium alpin* ou de *conglomérat bressan*. . . . . 102
Fournet. — Observations relatives à la notice de M. Gras sur le diluvium alpin.. . . . . 1[illegible]
Fournet. — Note sur les phénomènes du lehm. . . . . 1[illegible]
Ébray. — Note sur la constitution géologique du Mont-d'Or et de ses dépendances. . . . . 1[illegible]
Dumortier. — Notice sur le terrain jurassique du Mont-d'Or lyonnais. 1[illegible]
Fournet. — Note sur le Mont-d'Or et sur son système triasique. . . 1[illegible]
Dumortier. — Note sur les tufs calcaires de Meximieux (Ain).. . . 1[illegible]
Fournet. — Note sur les cailloux impressionnés. . . . . 1[illegible]
Tisserandot. — Note sur le terrain houiller de Ternay et de Communay. . . . . 1[illegible]
Drian. — Note sur le terrain houiller de Communay. . . . . 1[illegible]
Fournet. — Note sur les roches schisteuses dites *cornes vertes* et *cornes rouges*. . . . . 1[illegible]

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES.

# BULLETIN

DE LA

# SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

# TABLE

## DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE SEIZIÈME VOLUME.

(DEUXIÈME SÉRIE.)

**Année 1858 à 1859.**

## A


*Aérolithe* de Clarac (Haute-Garonne), p. 207, 260.

*Ain*. Découverte de la craie et sur quelques traits du phénomène erratique, p. 114. — Sur sa molasse, p. 369. — Note sur les tufs calcaires de Méximieux, p. 1099. — Sur les caractères du terrain de transport connu aux environs de Lyon sous le nom de *diluvium alpin* ou de *conglomérat bressan*, p. 1028. — Réunion extraordinaire de la Société à Lyon, terrain tertiaire, p. 1119.

*Algérie*. Notice géologique sur le pays des Beni-Mzab, p. 730. — Notice minéralogique sur le Sahara algérien occidental, p. 740. — Notice géologique sur l'oasis de Laghouat, p. 745. — Sur une caverne servant de repaire à des hyènes, avec ossements de mammifères vivants, près de Laghouat, p. 111.

*Alpes* (*Hautes-*). Notice sur la constitution géologique du Briançonnais, p. 21. — Réponse touchant ses grès à anthracite, p. 27.

*Alsace*. Observations sur la comparaison chronologique de ses terrains quaternaires avec ceux de la vallée du Rhône dans le Dauphinéy p. 297. — Réponse sur ses dépôts diluviens, etc., p. 919.

*Analyses chimiques*. Mica des Vosges, p. 219; plombiérite, p. 579; gmélinite de Chypre, p. 678; argile sidérolitique de Mâcon, p. 442; krokidolithe des Vosges, p. 221. — briques, p. 711, 712; verre, p. 687. — roches métamorphiques de Thann; grauwacke, p. 683, 684, 686, 696, 699; concrétions, p. 689; silicates, p. 693, 694; pétro-silex, p. 703. — alluvions de la plaine du Rhin: lehm, p. 317, 319, 327, 338, 360; sable, p. 349; rognons, p. 355. — Sahara algérien: dolomies, p. 748; gypse, p. 749, 750; sable salifère, p. 759; eaux, 734, 752.

Angellot. Aérolithe de Clarac (Haute-Garonne), p. 207, 260.

*Aquitaine*. Sur la classification de la craie inférieure, p. 436. — Synopsis des fossiles observés dans la formation crétacée du S.-O., p. 945.

Archiac (d'). Note sur la troisième édition de *Siluria*, p. 454. — Note sur les fossiles recueillis par M. Pouech dans le terrain tertiaire de l'Ariége, p. 783; et appendice sur les environs de Bagnères-de-Bigorre, p. 813. — Note sur le genre *Otostoma* (gastéropode), p. 871. — Observations, p. 134, 204, 217, 260, 855.

*Ardèche*. Note sur sa carte géologique, p. 766.

*Ariége*. Sur ses terrains tertiaires dans

les environs du Mas-d'Azil, p. 381; et sur leurs fossiles, p. 783.
*Aude.* Fossiles de diverses assises crétacées des Corbières, p. 863. — Sur un grès rouge des Pyrénées et des Corbières, p. 769.
*Autriche.* Nouvelles scientifiques, p. 366.
*Aveyron.* Des houilles sèches ou anthracites jurassiques du Larzac, p. 5[illegible].
*Avis divers.* P. 211, 289, 435, 61[illegible], 1027.

## B

*Bade.* Terrain tongrien au N. de Bâle, p. 21.
Barotte et Royer. Note sur la carte géologique de la Haute-Marne, p. 815.
Barrande. État actuel des connaissances acquises sur la faune primordiale, p. 516. — Dépôt organique dans les tiges aériennes des Orthocères, p. 828. — Observations, p. 561, 605, 813, 855, 856, 886.
*Belgique.* Sur la nomenclature de son terrain crétacé, par Dumont, p. 261. — Notice sur le terrain crétacé, p. 635. — Fossiles de ses divers étages, p. 265. — Existence du gault dans le Hainaut et le Nord, p. 122. — Sur les terrains crétacés du Hainaut, p. 432.
Benoit. Découverte de la craie dans l'Ain et sur quelques traits du phénomène erratique, p. 114. — Sur la molasse de l'Ain, p. 369. — Identité de formation du terrain sidérolithique dans la Bresse, le pourtour du plateau central et le Jura oriental, p. 439, 936. — Observation, p. 448.
*Bibliographie.* P. 5, 111, 130, 18[illegible], 206, 210, 260, 288, 365, 431, 4[illegible], 559, 608, 633, 667, 764, 814, 86[illegible], 1027, 1040.
Bonjour. Découverte de la craie supérieure à silex dans le Jura, p. 42.
Boué. Nouvelles scientifiques de l'Autriche, p. 366. — Note sur la géologie de l'Herzégovine, de la Bosnie et de la Croatie turque, p. 621.
*Bourgogne.* Notice paléontologique et stratigraphique établissant une concordance entre l'assimilation du lias inférieur proprement dit et celle des grès d'Hettange et de Luxembourg, p. 267. — Note sur les arkoses et leur faune en Bourgogne, p. 592.
*Bresse.* Identité de formation de son terrain sidérolithique avec celui du pourtour du plateau central et du Jura oriental, p. 439 et 936.
*Budget* pour 1859, p. 450.
Buraud. Sur l'existence du dévonien supérieur en Bretagne, p. 862.

## C

*Calvados.* Sur la limite du lias supérieur et du lias moyen, p. 673.
*Canada.* Phoque du diluvium, p. 261.
Capellini. Sur une nouvelle espèce d'Isis fossile de la Spezia, p. 451.
*Cavernes* servant de repaire à des hyènes, avec ossements de mammifères vivants, près de Laghouat (Algérie), p. 111.
*Céphalopodes.* Dépôt organique dans les loges aériennes des Orthocères, p. 828.
*Cher.* Sur la constitution géologique de la colline de Sancerre, p. 213.
*Chypre.* Gmélinite, p. 678.
Clément-Mullet. Rapport sur la gestion du trésorier en 1858, p. 618.
*Comptes du trésorier.* P. 110, 30[illegible], 615. — Rapport sur la gestion en 1858, p. 618.
Coquand. Synopsis des animaux et des végétaux fossiles observés dans la formation crétacée du S.-O. de la France, p. 945.
Cotteau. Sur l'appareil apicial du genre *Goniopygus*, p. 162. — Note sur le genre *Galeropygus*, p. 289. — Observations, p. 161, 606.
*Crustacés* de la Haute-Saône et du haut Jura, p. 169.

## D

Damour. Sur la Gmelinite de l'île de Chypre, p. 678. — Observations, p. 591, 1110.
Daubrée. Sur la relation des sources thermales de Plombières avec les filons métallifères, et sur la formation contemporaine des zéolithes, p. 562. — Observation, p. 591.
*Dauphiné*. Note sur une carte géologique et sur quelques points de sa géologie, p. 817. — Observations sur la comparaison chronologique des terrains quaternaires de l'Alsace avec ceux de la vallée du Rhône dans le Dauphiné, p. 297. — Observations relatives à la notice de M. Gras sur le diluvium alpin, p. 1033.
Delanoue. Terrain crétacé d'Aix-la-Chapelle, p. 119. — Faible épaisseur du terrain houiller près de Lille, p. 609. — Observations, p. 122, 561, 596, 606.
Delesse. Variations dans les roches se divisant en prismes, p. 217. — Sur la minette des Vosges, p. 219. — Sur le métamorphisme des roches, p. 223. — Sur le porphyre de la Loire, p. 418. — Remarques sur les roches métamorphiques feldspathisées, p. 879. — Observations, p. 423, 425, 605, 855.
Deslongchamps. Sur la limite du lias supérieur et du lias moyen dans le Calvados, p. 673.
Desnoyers. Sur des empreintes de pas d'animaux dans le gypse des environs de Paris, et particulièrement de la vallée de Montmorency, p. 936.
Deville. Observation, p. 261, 605.
Dormoy. Faible épaisseur du terrain houiller à Lille, p. 595.
Drian. Note sur le terrain houiller de Communay (Isère), p. 1116.
Dumortier. Fossiles de diverses assises des Corbières, p. 863. — Notice sur le terrain jurassique du Mont-d'Or lyonnais, p. 1065. — Note sur les tufs calcaires de Meximieux (Ain), p. 1099.

## E

Ébray. Les affleurements des étages ne représentent pas les limites des anciennes mers dans la Nièvre, p. 47. — Sur la constitution géologique de la colline de Sancerre, p. 213. — Reconstitution approximative de l'écorce de la terre avant les actions diluviennes dans la Nièvre, p. 426. — Sur quelques fossiles du gault supérieur de Cosne (Nièvre), p. 606. — Note sur le genre *Galeropygus*, et étude des plaques interapiciales chez les *Collyrites*, p. 759. — Sur l'importance probable de la craie blanche dans le midi de la France (Nièvre), p. 857. — Renseignements sur les grès ferrugineux de la Puisaye, p. 885. — Note sur la constitution géologique du Mont-d'Or (Rhône), p. 1059.
*Echinides*. Sur l'appareil apicial du genre *Goniopygus*, p. 162. — Note sur le genre *Galeropygus*, p. 289. — *Id.* et études de plaques interapiciales chez les *Collyrites*, p. 759. — Note rectificative du nom de *Clypeaster Gaymardi*, p. 767.
*Égypte*. Bois siliceux, p. 133.
*Élections*. P. 208. — De la réunion extraordinaire, p. 1026.
Élie de Beaumont. Pétrosilex glanduleux des Coevrons (Sarthe), p. 856.
*Espagne*. Note géologique sur la ligne du chemin de fer de Madrid à Alicante, p. 548. — Sur un grès rouge des Pyrénées et des Corbières, p. 769.
Etallon. Description des crustacés fossiles de la Haute-Saône et du haut Jura, p. 169.
*Etats-Unis*. Coupe des montagnes Rocheuses, p. 133.

## F

*Filons* quartzeux et cristallifères de Plombières, leurs relations avec les sources thermales, p. 562. — Formation des filons, p. 1109.

*Fossiles.* Résumé de la faune primordiale, p. 543; — de la faune silurienne d'Angleterre, p. 466. — Liste de ceux du lias de la Moselle et de la Bourgogne; — du terrain crétacé de la Sarthe, p. 139; de l'Ain, p. 45; de la Belgique, p. 265, 666. — Synopsis de ceux observés dans la formation crétacée du S.-O. de la France, p. 945. — des terrains tertiaires de l'Ariége, aux environs du Mas-d'Azil, p. 783; — de ceux de Bagnères-de-Bigorre, p. 813.

FOURNET. Réponse à M. Delesse à l'occasion d'une note sur les mélaphyres, p. 231. — Observations relatives à la notice de M. Graas sur le diluvium alpin, p. 1033. — Note sur les phénomènes du lias, p. 1049. — Note sur le Mont-d'Or et son système triasique, p. 1083. — Note sur des cailloux impressionnés de l'Isère, p. 1103. — Note sur les roches schisteuses du Rhône, dites *cornes vertes* et *cornes rouges*, p. 1131. — Formation du minerai du lias de la Verpillière (Isère), p. 1097. — Pertes d'eau près de Saint-Quentin (Isère), p. 1101. — Losnes de la Bresse, 1121. — Sur la formation des filons, p. 1109.

## G

*Gard.* Note sur la limite inférieure du lias et sur la composition du trias dans le Gard et l'Hérault, p. 905.

*Garonne* (*Haute-*). Aérolithe de Clarac, p. 207, 260.

*Gastéropodes. Otostoma*, nouveau genre, p. 871.

GAUDRY. Stellérides et Crinoïdes vivants non spathiques, p. 861. — Observation, p. 366.

*Gmélinite* de l'île de Chypre, p. 678.

GOSSELET. — Sur l'existence du gault dans le Hainaut et le Nord, p. 122. — Fossiles des étages crétacés de la Belgique, p. 265. — Sur les terrains crétacés du Hainaut, p. 432.

GOUBERT. Phoque du diluvium canadien, p. 261. — Observations, p. 448, 673.

GRAAS. Note sur la constitution géologique du Briançonnais, p. 21. — Réponse à M. Kœchlin-Schlumberger sur les dépôts diluviens de l'Alsace, et nouvelles considérations sur la série générale des terrains quaternaires, p. 919. — Sur les caractères du terrain de transport connus aux environs de Lyon sous le nom de *diluvium alpin* ou de *conglomérat bressan*, p. 1028. — Observations, p. 32, 426, 561, 828.

GRUNER. Note sur la carte et la description géologique de la Loire, p. 412. — Observations, p. 420, 425, 426, 448, 918, 1111.

## H

HÉBERT. Sur les caractères paléontologiques de la craie de Meudon, p. 143. — Sur les rapports entre la craie chloritée de Rouen et les grès verts du Maine, p. 150. — Sur les phénomènes qui se sont passés à la séparation des périodes géologiques, p. 596. — Note sur le mémoire de M. Favre sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie, p. 610. — Note sur la limite inférieure du lias et sur la composition du trias dans le Gard et l'Hérault, p. 905. — Observations, p. 122, 161, 164, 204, 217, 266, 418, 423, 426, 448, 581, 672, 768, 814, 856.

*Hérault.* Note sur la limite inférieure du lias et sur la composition du trias dans le Gard et l'Hérault, p. 905. — Des dunes et de leurs effets, p. 32. — Des falaises des côtes de la Méditerranée, p. 36.

HORION. Notice sur le terrain crétacé de la Belgique, p. 635.

## I

*Isère.* Note sur le terrain houiller de Ternay et de Communay, p. 1115. — De Communay, p. 1116. — Note sur des cailloux impressionnés,

p. 1105. — Formation du minerai de fer du lias de la Verpillière, p. 1097. — Pertes d'eau près de Saint-Quentin, p. 1101. — Réunion extraordinaire à Lyon, terrain primitif, p. 1105; lias, p. 1094; terrain tertiaire, p. 1096, 1106, 1108.

## J

*Jura*. Crustacés fossiles de la Haute-Saône, p. 169. — Découverte de la craie supérieure à silex, p. 42. — Identité de formation de son terrain sidérolithique avec celui de la Bresse et du pourtour du plateau central, p. 439 et 936 — Observations sur les phénomènes qui se sont passés à la séparation des périodes géologiques, p. 596.

## K

Koechlin-Schlumberger. Observations sur la comparaison chronologique des terrains quaternaires de l'Alsace avec ceux de la vallée du Rhône dans le Dauphiné, par M. Gras, p. 297. — Poisson fossile de Bouxwiller (Haut-Rhin), p. 436. — Métamorphisme des roches de transition à Thann (Haut-Rhin) et dans les environs, p. 680.

## L

Lartet. Sur la dentition des Proboscidiens fossiles et sur la distribution géographique et stratigraphique de leurs débris en Europe, p. 469 et 547. — Observation, p. 447.
Laurent. Note géologique sur la ligne du chemin de fer de Madrid à Alicante, p. 548.
*Liguria*. Isis fossile de la Spezia, p. 451.
*Loire*. Note sur sa carte et sa description géologique, p. 412. — Sur le porphyre, p. 413. — Observations sur le métamorphisme des roches d'Urfé, p. 421. 425. — Réunion extraordinaire de la Société à Lyon, terrain carbonifère, p. 1137.
*Loire-Inférieure*. Existence du terrain dévonien supérieur, p. 862.
*Lombardie*. Sur les terrains du pied des Alpes dans les environs du lac Majeur et du lac de Lugano, p. 49. — Note géologique sur Palazzolo et le lac d'Iseo, p. 888.
Lory. Réponse à M. Gras touchant les grès à anthracites du Briançonnais, p. 27. — Note sur une carte géologique du Dauphiné et sur quelques points de la géologie de cette province, p. 817.
*Losnes* de la Bresse, p. 1121.

## M

*Mammifères*. Sur des empreintes de pas d'animaux dans le gypse des environs de Paris, et particulièrement de la vallée de Montmorency, p. 936. — Sur la dentition des Proboscidiens fossiles et sur la distribution géographique et stratigraphique de leurs débris en Europe, p. 469 et 547. — Phoque du diluvium canadien, p. 261.
Marcel de Serres. Des dunes et de leurs effets dans l'Hérault, p. 32. — Des falaises des côtes de la Méditerranée dans l'Hérault, p. 36. — Des houilles sèches ou stipites jurassiques du Larzac (Aveyron), p. 97.
Marcou. Coupe des montagnes Rocheuses, p. 133.
Marès. Sur une caverne servant de repaire à des hyènes, avec ossements de mammifères vivants, près de Laghouat (Algérie), p. 111.

*Marne* (*Haute-*). Note sur sa carte géologique, p. 815.
Martin. Notice paléontologique et stratigraphique établissant une concordance inobservée jusqu'ici entre l'animalisation du lias inférieur proprement dit (Côte-d'Or et Yonne) et celle des grès d'Hettange et de Luxembourg, p. 267. — Note sur les arkoses et leur faune en Bourgogne, p. 592.
*Mélaphyres*. Détails historiques sur ces roches, p. 235, 254.
*Membres nouveaux*. P. 5, 110, 164, 205, 210, 288, 365, 430, 449, 559, 608, 667, 764, 814, 860, 1027.
*Métamorphisme*. Sur celui des roches, p. 223, 255. — Sur celui des roches de transition à Thann (Haut-Rhin), et dans les environs, p. 680. — Remarques sur les roches métamorphiques feldspathisées, p. 879.
Meugy. Silex à *Teredo* de la craie du Nord, p. 211. — Menlière d'Ouarle-Voulgis (Seine-et-Marne), p. 211. — Sur la nomenclature du terrain crétacé de la Belgique par Dumont, p. 261. — Observations, p. 111, 130, 609, 666, 936.
Michelin. Sur la carte géologique de l'Ardèche, p. 766. — Note rectificative du nom de *Clypeastar Gaymardi*, p. 767. — Ouverture de la session extraordinaire, p. 1026. — Observations, p. 211. 856.
Michelot. Observations, p. 119, 561, 606.
Mortillet (de). Note géologique sur Palazzolo et le lac d'Iseo, en Lombardie, p. 888.
*Moselle*. Notice paléontologique et stratigraphique établissant une concordance entre l'animalisation du lias inférieur proprement dit et celle des grès d'Hettange et de Luxembourg, p. 267.

## N

*Nièvre*. Sur quelques fossiles du gault supérieur de Cosne, p. 606. — Sur l'importance probable de la craie blanche dans le midi de la France, p. 857. — Renseignements sur les grès ferrugineux de la Puisaye, p. 886. — Les affleurements des étages n'y représentent pas les limites des anciennes mers, p. 47. — Reconstitution approximative de l'écorce de la terre avant les actions du vieunes, p. 426.
Noguès. Sur un grès rouge des Pyrénées et des Corbières, p. 769.
*Nord*. Faible épaisseur du terrain houiller près de Lille, p. 595, 609. — Existence du gault dans le Hainaut et le Nord, p. 122. — Silex à *Teredo* de la craie, p. 211.

## O

Omalius d'Halloy (d'). Sur la faune primordiale, p. 515. — Observations, p. 212, 267, 469, 592.
*Otostoma*. Nouveau genre de Gastéropodes, p. 871.

## P

Pareto. Sur les terrains du pied des Alpes dans les environs du lac Majeur et du lac de Lugano, p. 49.
Pellat. Renseignements sur le lias des environs d'Autun, p. 166.
Perron. Sur la présence du gault et de la craie chloritée aux environs de Gray (Haute-Saône), p. 628.
*Planches du Bulletin*. I, p. 49; II, p. 114; III à VI, p. 203; VII, p. 297; VIII, p. 369; IX, X, p. 381; XI, p. 439, XII, p. 451; XIII à XV, p. 506; XVI, p. 545; XVII, p. 562; XVIII, p. 854, XIX, p. 871; XX, p. 888. — *Figures sur bois*. Coupes, p. 43, 44, 48, 120, 123, 214, 429, 614, 620, 636, 647, 649, 830, 836, 865, 906,

910, 911, 916, 1060, 1064, 1118, 1120. — Fossiles, p. 163, 762, 763.
*Porphyres* des Coevrons (Sarthe), p. 836; — de la Loire, p. 418; — du Rhône, p. 1130, 1134, 1139, 1142; — du pied des Alpes dans les environs du lac Majeur, p. 90.
Pouech. Sur les terrains tertiaires de l'Ariége dans les environs du Mas-d'Azil, p. 381.
*Prusse rhénane.* Terrain crétacé d'Aix-la-Chapelle, p. 119.
*Pyrénées.* Sur un grès rouge des Pyrénées et des Corbières, p. 769.

## R

Raulin. Sur la classification de la craie inférieure, p. 436.
Renevier. Sur l'âge relatif de la craie de Rouen et des grès verts du Mans et sur la composition de l'étage cénomanien, p. 134. — Deuxième lettre sur le même sujet, p. 668.
*Rhin* (*Haut-*). Métamorphisme des roches de transition à Thann et dans les environs, p. 680. — Poisson fossile de Bouxwiller, p. 436.
*Rhône.* Note sur des roches schisteuses dites *cornes vertes* et *cornes rouges*, p. 1131. — Note sur la constitution géologique du Mont-d'Or, p. 1089. — Notice sur le terrain jurassique du Mont-d'Or lyonnais, p. 1065. — Note sur le Mont-d'Or et sur son système triasique, p. 1083. — Réunion extraordinaire de la Société à Lyon : terrain primitif, p. 1047, 1125, 1128; terrain houiller et porphyres, p. 1130, 1134, 1139, 1142; trias, p. 1054, 1126; lias, 1046, 1054; oxford-clay, p. 1142; terrain tertiaire, p. 1040, 1045, 1053, 1100; terrains d'alluvion, p. 1042, 1048, 1057, 1124.
*Roches.* Variations dans celles qui se divisent en prismes, p. 217. — Sur leur métamorphisme, p. 223. — Remarques sur les roches métamorphiques feldspathisées, p. 879.
Royer et Barotte. Note sur la carte géologique de la Haute-Marne, p. 815.

## S

Semann. Divisions de la craie du Maine, p. 159.
Sandberger. Terrain tongrien près de Bâle, p. 21.
*Saône* (*Haute-*). Crustacés fossiles, et du haut Jura, p. 169. — Présence du gault et de la craie chloritée aux environs de Gray, p. 628.
*Saône-et-Loire.* Renseignements sur le lias des environs d'Autun, p. 166.
*Sarthe.* Pétro-silex glanduleux des Coevrons, p. 856. — Sur les rapports entre la craie chloritée de Rouen et les grès verts du Maine, p. 150. — Sur l'âge relatif de la craie de Rouen et des grès verts du Mans, et sur la composition de l'étage cénomanien, p. 134 et 668. — Divisions de la craie du Maine, p. 157 et 159.
*Savoie.* Sur le mémoire de M. Favre sur les terrains liasique et keupérien, p. 610.
*Seine-et-Marne.* Meulière d'Ozouer-le-Voulgis, p. 212.
*Seine-et-Oise.* Sur les caractères paléontologiques de la craie de Meudon, p. 143. — Sur des empreintes de pas d'animaux dans le gypse des environs de Paris, et particulièrement de la vallée de Montmorency, p. 936.
*Serpentine* du pied des Alpes, dans les environs du lac Majeur, p. 88.
*Sources thermales* de Plombières, leurs relations avec les filons quartzeux et métallifères, p. 562.
*Stellerides et crinoïdes* vivants non spathiques, p. 861.

# T

*Terrains d'alluvion.* Note sur les phénomènes du lehm, p. 1049. — Observations sur la comparaison chronologique des terrains quaternaires de l'Alsace avec ceux de la vallée du Rhône dans le Dauphiné, p. 297. — Réponse concernant les dépôts diluviens de l'Alsace et nouvelles considérations sur la série générale des terrains quaternaires, p. 919. — Observations relatives à la notice de M. Gras sur le diluvium alpin, p. 1033. — Terrains quaternaires du Dauphiné, p. 821. — Terrains d'alluvion du Rhône, p. 1042, 1048, 1037, 1124. — Des dunes de l'Hérault et de leurs effets, p. 32. — Terrain d'alluvion du Sahara algérien, p. 730, 740 et 745.

*Terrain anthracifère* du Briançonnais, p. 21, 27, 818, 825.

*Terrain cambrien.* État actuel des connaissances acquises sur la faune primordiale, p. 516.

*Terrain crétacé.* Sur la classification de la craie inférieure, p. 436. — Silex à *Teredo* de la craie du Nord, p. 211. — Sur les caractères paléontologiques de la craie de Meudon, p. 143. — Sur l'âge relatif de la craie de Rouen et des grès verts du Mans, et sur la composition de l'étage cénomanien, p. 134 et 668. — Sur les rapports entre la craie chloritée de Rouen et les grès verts du Maine, p. 150. — Division de la craie du Maine, p. 157 et 159. — Terrain crétacé de la colline de Sancerre (Cher), p. 213. — Sur quelques fossiles du gault supérieur de Cosne (Nièvre), p. 606. — Renseignements sur les grès ferrugineux de la Puisaye, p. 886. — Sur l'importance probable de la craie dans le N. de la France, p. 857. — Présence du gault et de la craie chloritée aux environs de Gray (Haute-Saône) p. 628. — Découverte de la craie supérieure à silex dans le Jura, p. 42. — Synopsis des fossiles observés dans la formation crétacée du S.-O. de la France, p. 945. — Fossiles de diverses assises crétacées des Corbières, p. 863. — Sur la nomenclature du terrain crétacé de la Belgique, par Dumont, p. 261. — Notice sur celui de la Belgique, p. 63[illegible] — Fossiles de ses divers étages, p. 265. — Existence du gault dans le Hainaut et le Nord, p. 122. — Sur les terrains crétacés du Hainaut, p. 432. — Terrain crétacé d'Aix-la-Chapelle, p. 119.

*Terrain dévonien supérieur.* Son existence en Bretagne, p. 862.

*Terrain houiller.* Sa faible épaisseur près de Lille, p. 595, 609; — de la Loire, p. 414, 1137. — Terrain houiller et porphyres du Rhône, p. 1130, 1134, 1139, 1142; — de Ternay et Communay (Isère), p. 1115; — de Communay, p. 1116. — Sur un grès rouge des Pyrénées et des Corbières, p. 769.

*Terrain jurassique.* Sur la limite du lias supérieur et du lias moyen dans le Calvados, p. 673. — Notice paléontologique et stratigraphique établissant une concordance entre l'assimilation du lias inférieur proprement dit (Côte-d'Or et Yonne) et celle des grès d'Hettange et de Luxembourg, p. 267. — Note sur les arkoses et leur faune en Bourgogne, p. 592. — Crustacés fossiles de la Haute-Saône et du haut Jura, p. 169. — Renseignements sur le lias des environs d'Autun, p. 166. — Lias inférieur, etc., du Mont-d'Or lyonnais, p. 1059, 1065, 1083, 1089. — Lias et Oxford-clay du Rhône, p. 1046, 1054, 1142. — Lias de la Verpillière (Isère), p. 1094, 1097. — Des houilles sèches ou stipites jurassiques du Larzac (Aveyron), p. 97. — Note sur la limite inférieure du lias, etc., dans le Gard et l'Hérault, p. 905. — Sur le mémoire de M. Favre sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie, p. 610. — Isis des calcaires de la Spezia, p. 451. — Terrain jurassique du pied des Alpes dans les environs du lac Majeur, p. 57.

*Terrain primitif* de la Loire, p. 412; — du pied des Alpes, près du lac de Lugano, p. 49; — du Rhône, p. 1047, 1125, 1128; — de l'Isère, p. 1105.

*Terrain silurien.* Note sur la troisième édition de *Siluria*, p. 454.

*Terrains tertiaires* Sur des empreintes de

pas d'animaux dans le gypse des environs de Paris, et particulièrement de la vallée de Montmorency, p. 936. — Meulière d'Ozouer-le-Voulgis, p. 212. — Terrain tertiaire de la Loire, p. 417. — Poisson fossile de Bouxwiller (Haut-Rhin), p. 436. — Identité de formation du terrain sidérolithique de la Bresse avec celui du pourtour du plateau central et du Jura oriental, p. 439 et 936. — Inconvénients de l'expression de terrain sidérolithique, p. 445. — Terrains tertiaires de Lyon, p. 1040, 1045, 1053, 1100; — de l'Ain, Tufs calcaires de Meximieux (Ain), p. 1099. — Terrains tertiaires de l'Ariége dans les environs du Mas-d'Azil, p. 381; et leurs fossiles, p. 783; — de l'Isère, p. 1096, 1106, 1108. — près de Bâle, p. 21; — du pied des Alpes dans les environs du lac Majeur, p. 52; — des environs de Madrid, p. 549.

*Terrain de transition.* Métamorphosé à Thann (Haut-Rhin) et dans les environs, p. 680.

*Terrain triasique* du Mont-d'Or lyonnais, p. 1090. — Note sur la composition du trias, etc., dans le Gard et l'Hérault, p. 905. — Gypses et cargneules triasiques du Dauphiné, p. 818. — Sur le mémoire de M. Favre sur le terrain liasique et keupérien de la Savoie, p. 610. — Terrain triasique du pied des Alpes dans les environs du lac Majeur et du lac de Lugano, p. 75; — entre Madrid et Alicante, p. 552.

Tisserandot. Note sur le terrain houiller de Ternay et de Communay (Isère), p. 1115.

Trapp. Terme vague à supprimer, p. 231, 253.

Trigre. Division de la craie du Maine, p. 157. — Observations, p. 32, 211, 212, 289, 561.

*Turquie d'Europe.* Note sur la géologie de l'Herzégovine, de la Bosnie et de la Croatie turque, p. 621.

*Tyrol.* Sur les roches ignées, p. 244.

## U

Unger. Bois fossiles d'Égypte, p. 133.

## V

*Végétaux fossiles.* Bois siliceux d'Égypte, p. 133.

Verneuil (de). Observations, p. 469, 558.

Ville. Notice géologique sur le pays des Beni-Mzab, p. 730. — Notice minéralogique sur le Sahara algérien occidental, p. 740. — Notice géologique sur l'oasis de Laghouat, p. 745.

Viquesnel. Observation, p. 261.

Virlet. Observation sur le métamorphisme des roches d'Urfé (Loire), p. 421, 425. — Inconvénients de l'expression de terrain sidérolithique, p. 445. — Observations, p. 448, 591.

*Vosges.* Sur la relation des sources thermales de Plombières avec les filons métallifères et sur la formation contemporaine des zéolithes, p. 562. — Sur la minette, p. 219. — Sur divers porphyres, p. 247.

## Z

*Zéolithes.* Leur formation contemporaine par les eaux minérales de Plombières, p. 576.

*Zoophytes.* Nouvelle espèce d'Isis fossile de la Spezia, p. 451.

FIN DE LA TABLE.

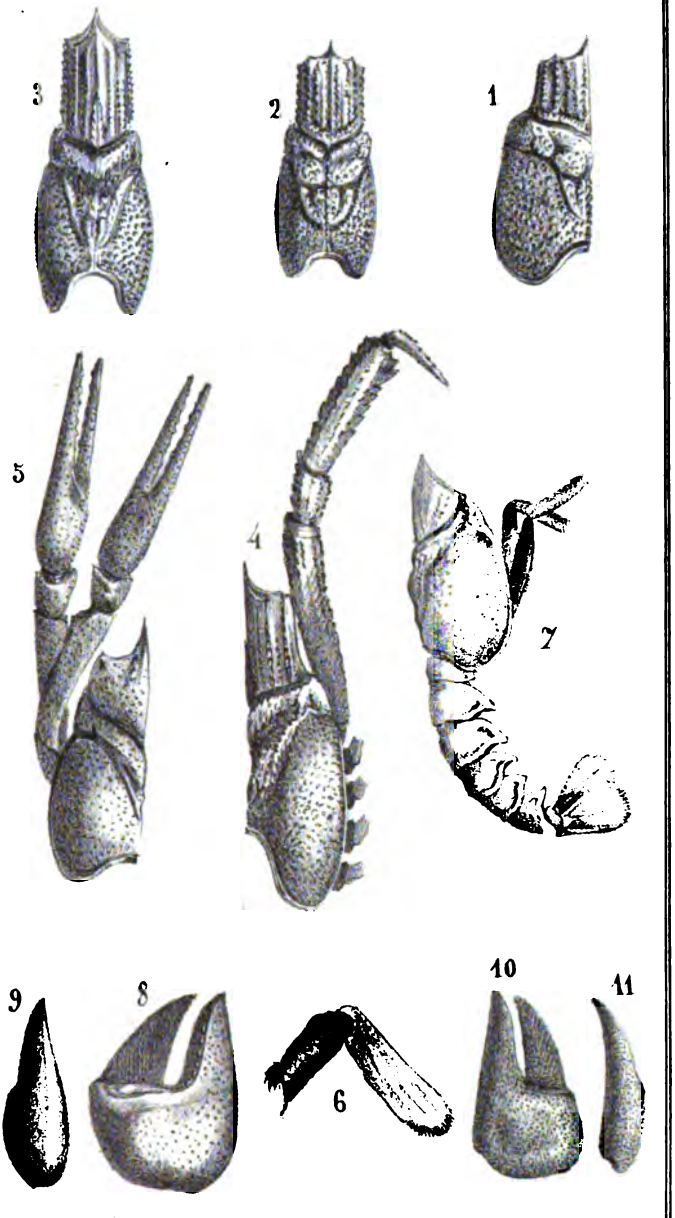
*Liste des planches.*

I, p. 19. Pareto, Coupes des terrains au pied des Alpes lombarde
II, p. 114. Benoit, Coupes de la craie de l'Ain.
III à VI, p. 203. Étallon, Crustacés de la Haute-Saône et du Haut-Jura.
VII, p. 297. Koechlin-Schlumberger, Coupes du diluvium de l'Alsace
VIII, p. 369. Benoit, Coupes de la molasse de l'Ain.
IX, X, p. 381. Pouech, Coupes et plan des terrains tertiaires à Mas-d'Azil (Ariége).
XI, p. 439. Benoit, Coupes du terrain sidérolithique de la Bresse
XII, p. 451. Capellini, *Isis Coregnensis* de la Spezia.
XIII à XV, p. 506. Lartet, *Dinotherium*, *Mastodon* et *Elephas* d'Europe.
XVI, p. 548. Ch. Laurent, Coupes de Madrid à Alicante.
XVII, p. 562. Daubrée, Coupes des sources thermales de Plombières (Vosges).
XVIII, p. 854. Barrande, Orthocères; dépôt organique dans les loges.
XIX, p. 871. D'Archiac, *Otostoma;* espèces diverses.
XX, p. 888. De Mortillet, Anciennes moraines du lac d'Iseo en Lombardie.

# *ERRATA.*

| Pages. | Lignes. | |
|---|---|---|
| 36, | 7, | *Amnophila... Maleomia*, lisez : *Ammophila... Malcolmia.* |
| 102, | 13, | *en remontant*, *Lopophyllia*, lisez : *Lobophyllia.* |
| 212, | 12, | Ozouar, *lisez :* Ozouer. |
| 217, | 4, | masse d'Humbligny, *lisez :* motte d'Humbligny. |
| 261, | 2, | Aussun, *lisez :* Ausson. |
| 638, | 3, | *en remontant :* extérieur, *lisez :* intérieur. |
| 646, | 6 à 8, | *en remontant :* toutefois..... sous le rapport des fossilles, *lisez :* (toutefois..... sous le rapport des fossiles). |
| 647, | 6, | Hervé, *lisez :* Herve. |
| 649, | | *Explication de la figure supérieure*, *supprimez :* 6 mètres d'altitude. |
| *id.*, | | *Fig. inf.*, *explication :* Hervien C', *lisez :* Marne brune supérieurement; grise, à rognons phosphatés, inférieurement; à grauwacke, graveleuse à la base. |
| 651, | *dernière ligne :* | Graaf, *lisez :* Graves. |
| 655, | 28, | Frixhes, *lisez :* Trixhes. |
| 658, | 26, | donc on de peut, *lisez :* donc ne peut servir à. |
| 665, | | *Tableau*, *4e colonne*, vis-à-vis l'accolade du système maëstricktien de la 1re, la limiter par des accolades. |
| 761, | 4, | *Thecaporinus*, lisez : *Metaporhinus.* |
| 858, | 12, | *en remontant*, Bauhy, *lisez :* Bouhy. |
| 859, | 25, | *au lieu de :* puissance de 30 mètres au moins, *lisez :* puissance de 300 mètres au moins. |
| 862, | 13, | inférieur, *lisez :* supérieur. |
| 1059, | 4, | *du département du Mont-d'Or*, lisez : *du Mont-d'Or.* |
| 1119, | 15 *et* 17, | Pont-d'Aix, *lisez :* Pont-d'Ain. |

par Mr A. Etallon.




A. Et. d'ap. nat. O. Querm. lith.

10 _ 11. *Gammarolithes portlandicus, Et.*

1 _ 2. *Glyphea Münsteri, Mey.*

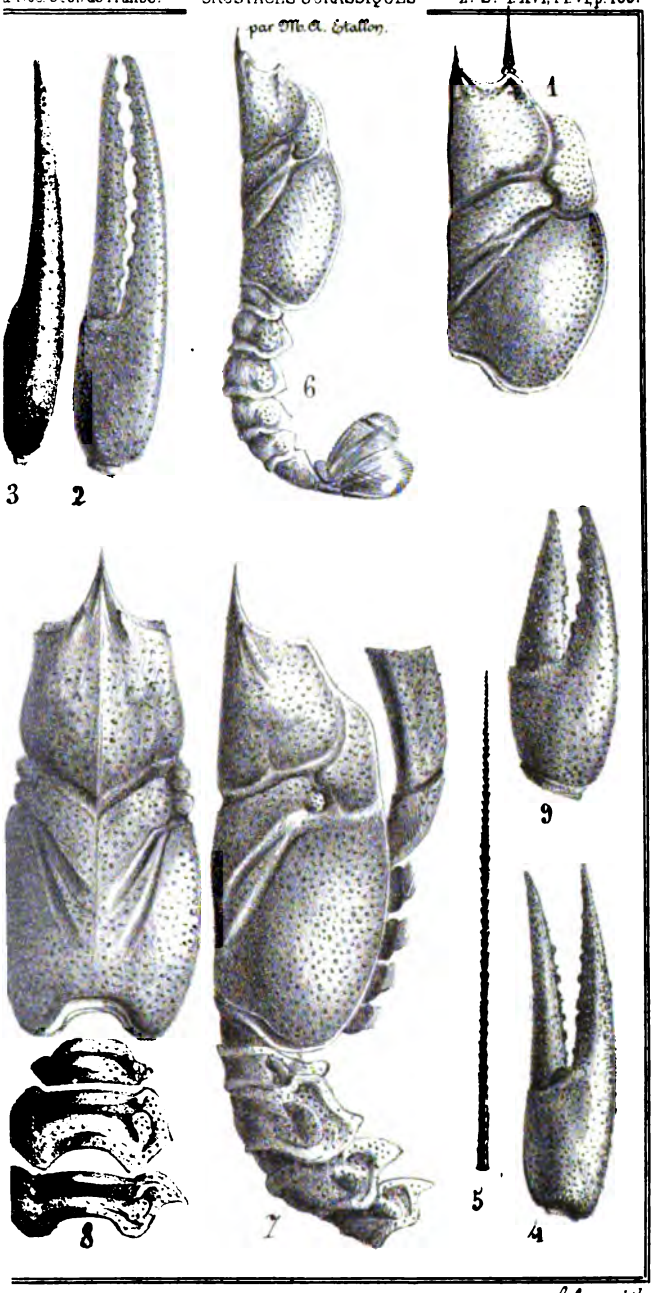
3 _ 4. *G._____ rostrata M'Coy.*

5. *Bolina Thurriai, Et.*

6. *Portunus ? jurensis, Et.*

7. *Lithogaster luxoviensis, Et.*

8 _ 9. *Gammarolithes corallinus. Et*




*Bolina ventrosa, Et. (mâle).* 6. *B.____ ventrosa, Et. (var. minor).*
*B.____ ventrosa, Et. (femelle)* 7-9. *B.____ Girodi, Et.*

Sur le dil



...cheim.

Fig. 5. Co... d'une gravière à Rixheim
...e la 47e borne kilométrique.

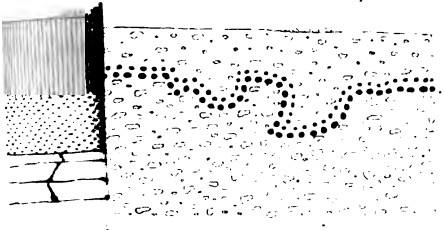


Fig. 6. Coupe ...ne gravière à Seppois-le-bas

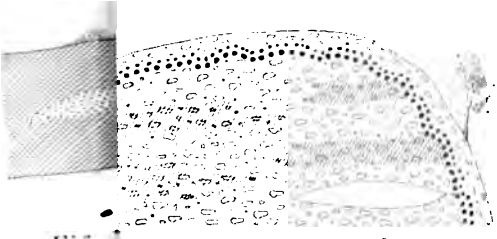
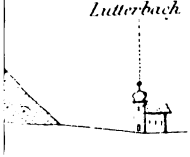


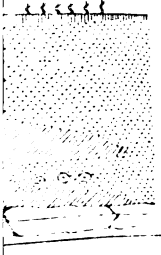
Fig.



...che ferrugineuse supérieure

...unstatt.

Fig...s



bandes jaunes

sable

calcaires du lehm gris

eau douce

Lith. Kaeppelin Paris

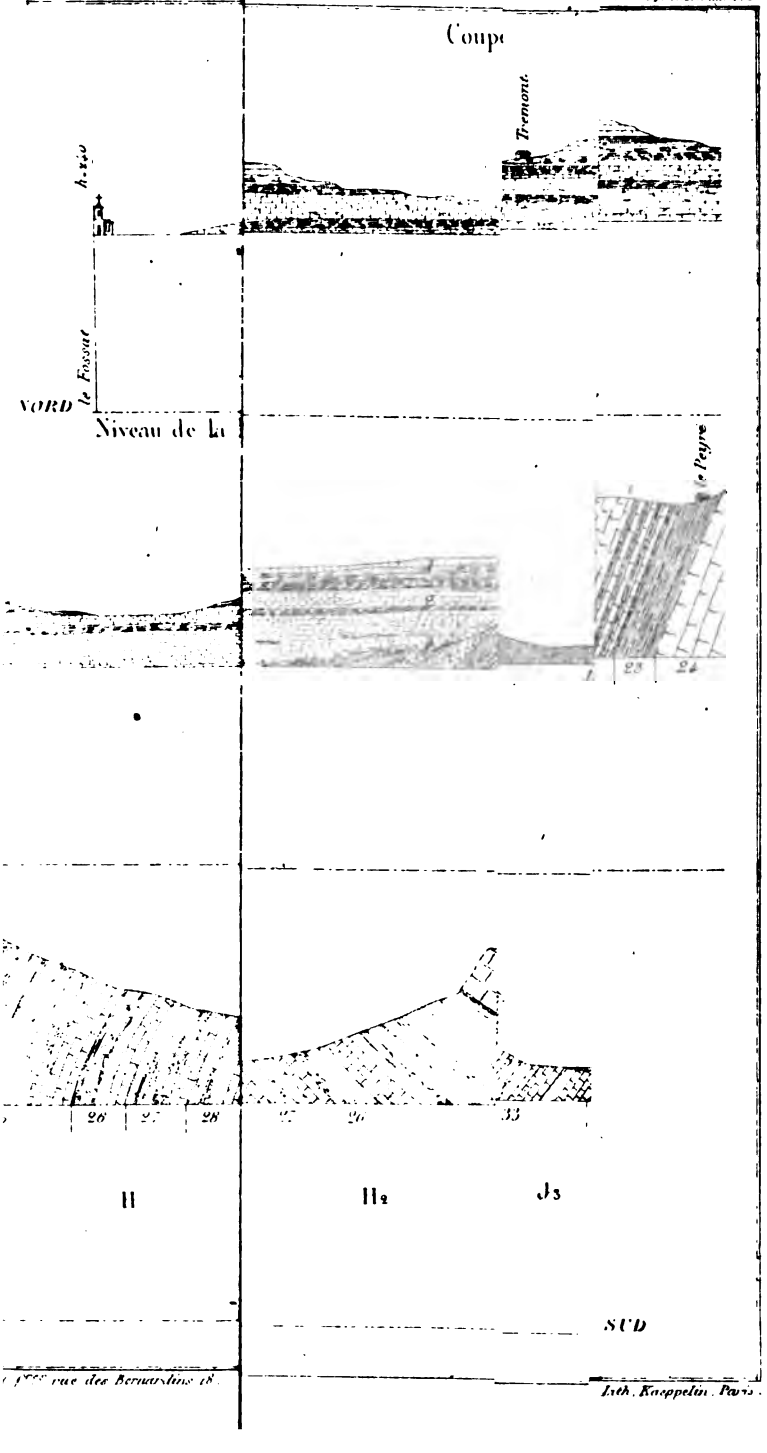
Coupe

Tremont

h=240

le Fossat

NORD



Niveau de la

le Peyre

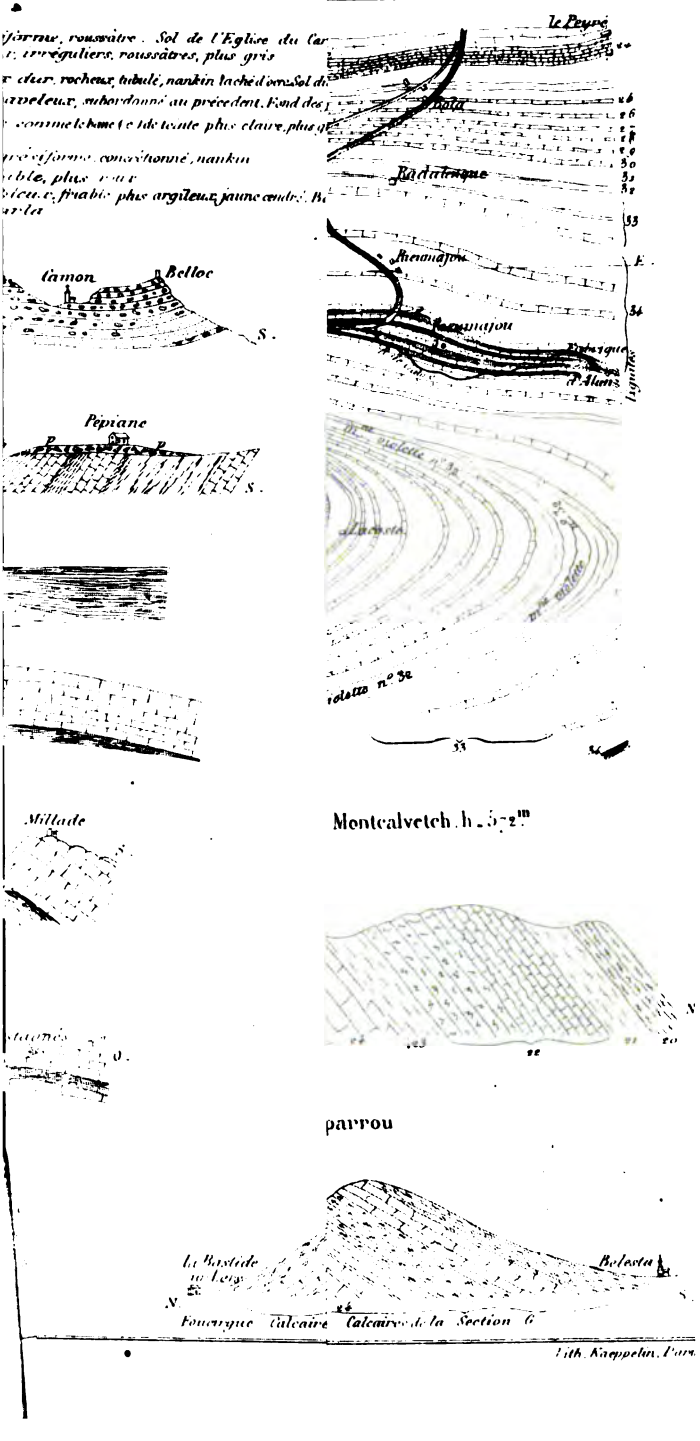
23 24

26 27 28 27 26 33

H H2 J3

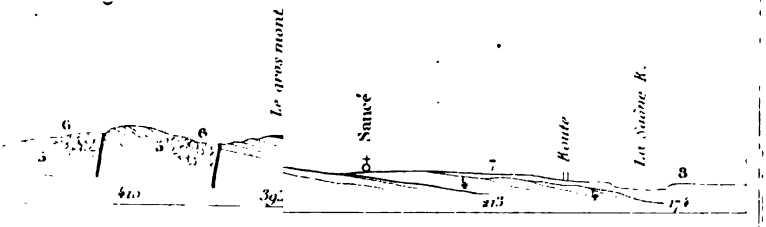
SUD

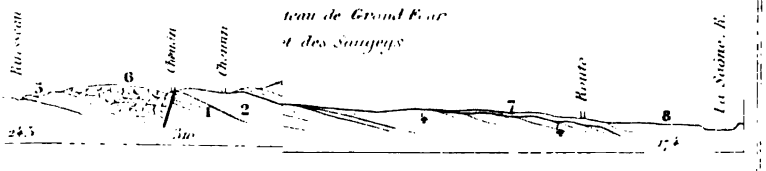
Imp. rue des Bernardins 18. Lith. Kaeppelin. Paris.



le Peyré
Radalenque
Camon
Belloc
Pépiane
Millade
Montcalvetch. h. 572m
parrou
La Bastide
Belesta
Fouergue Calcaire Calcaires de la Section G

Fig. 1.



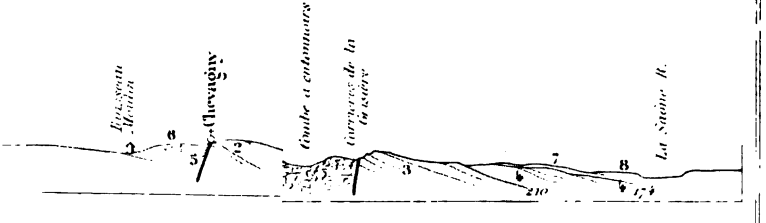
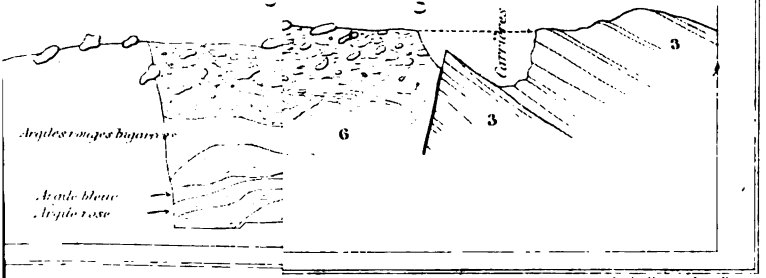
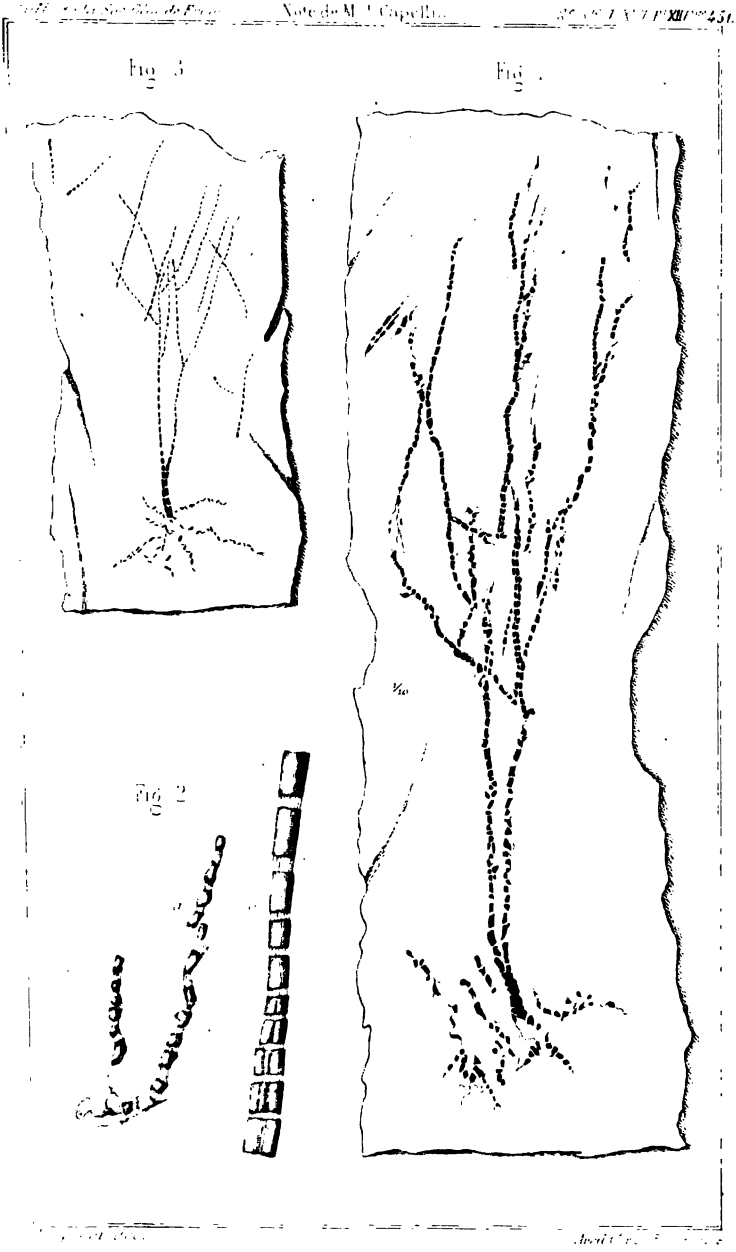




Fig. 5.

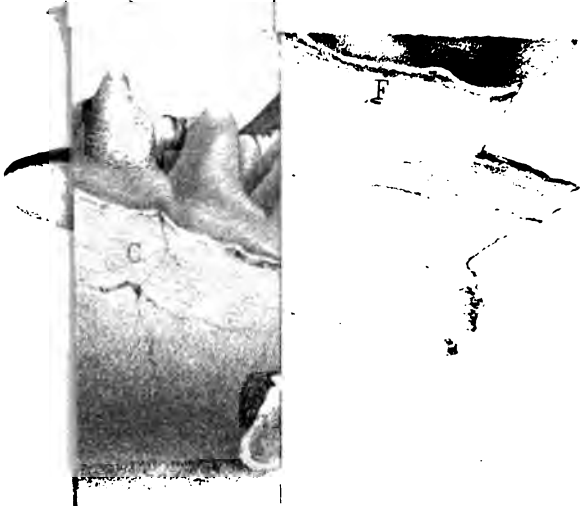



Lith. Kaeppelin Paris




ISIS COPECNENSIS

VI, Pl. XIII, Page 469.

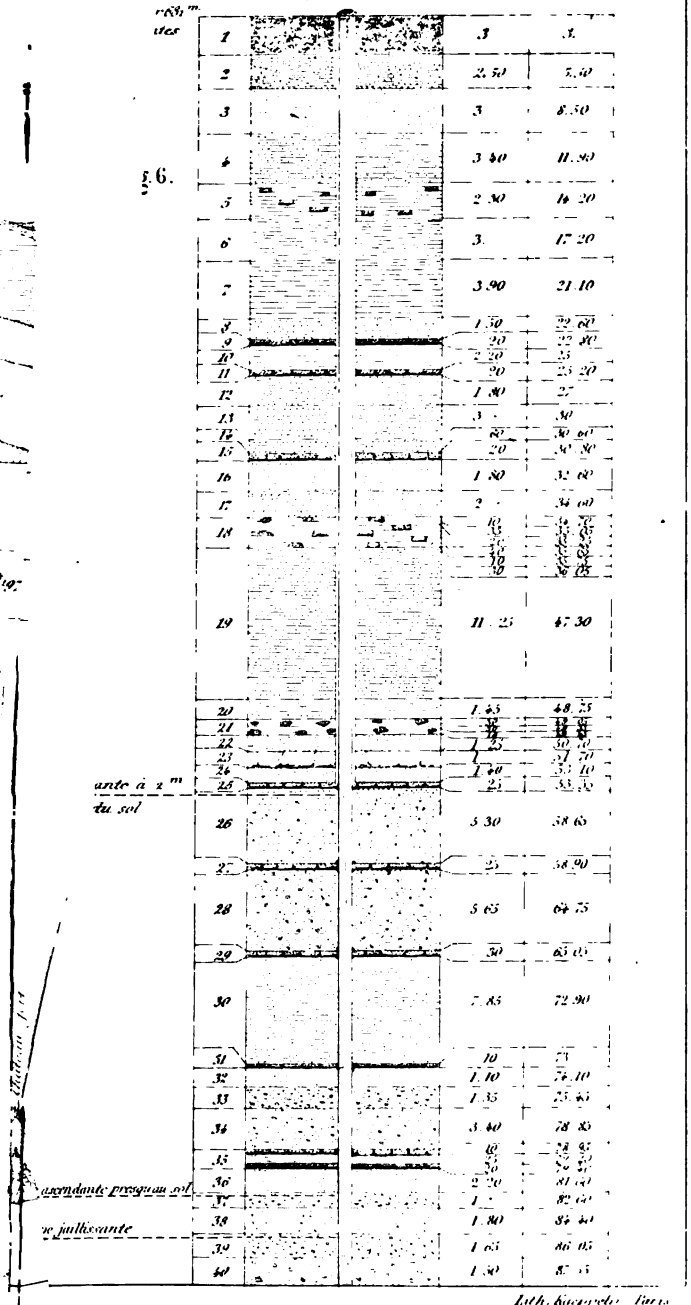



*Paul de* *Lith. Becquet frères.*

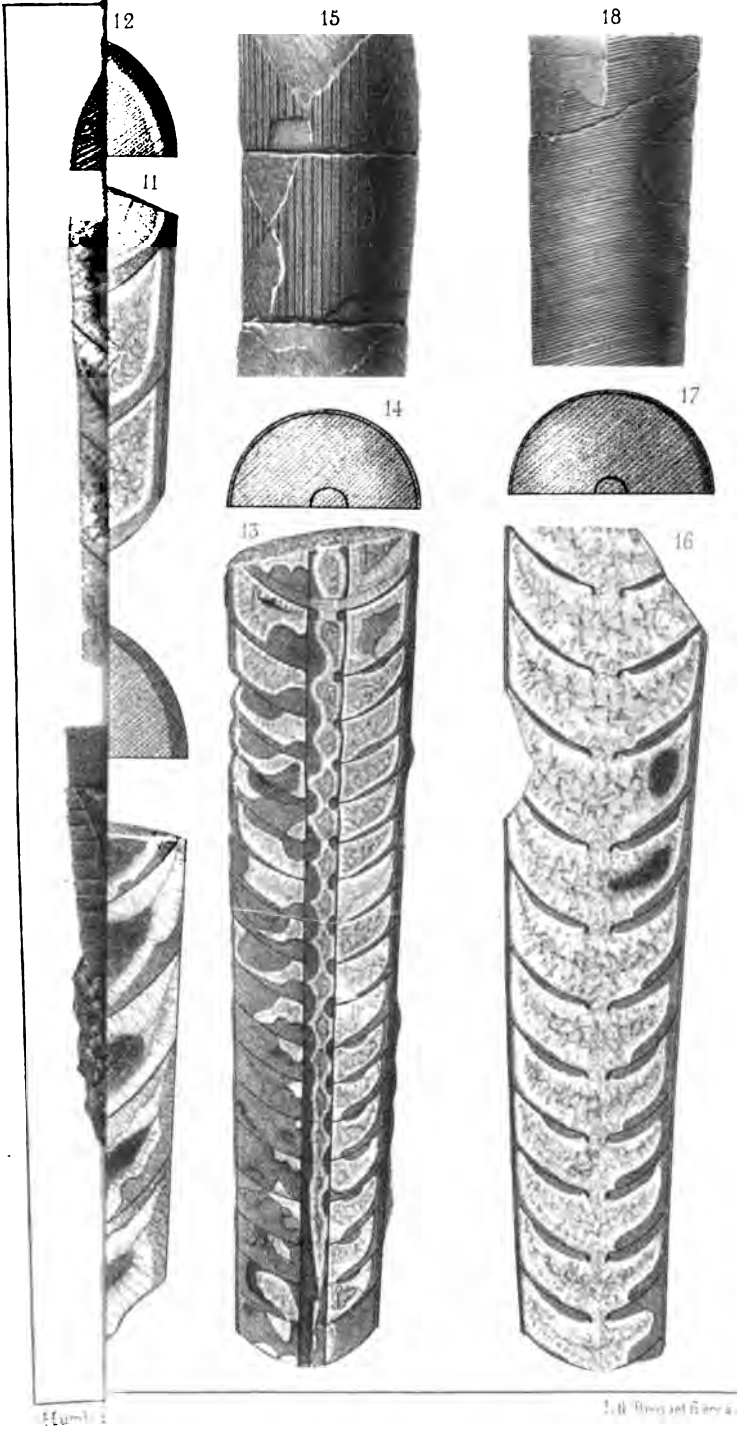
M. longirost

## Coupe du sondage d'Albacète

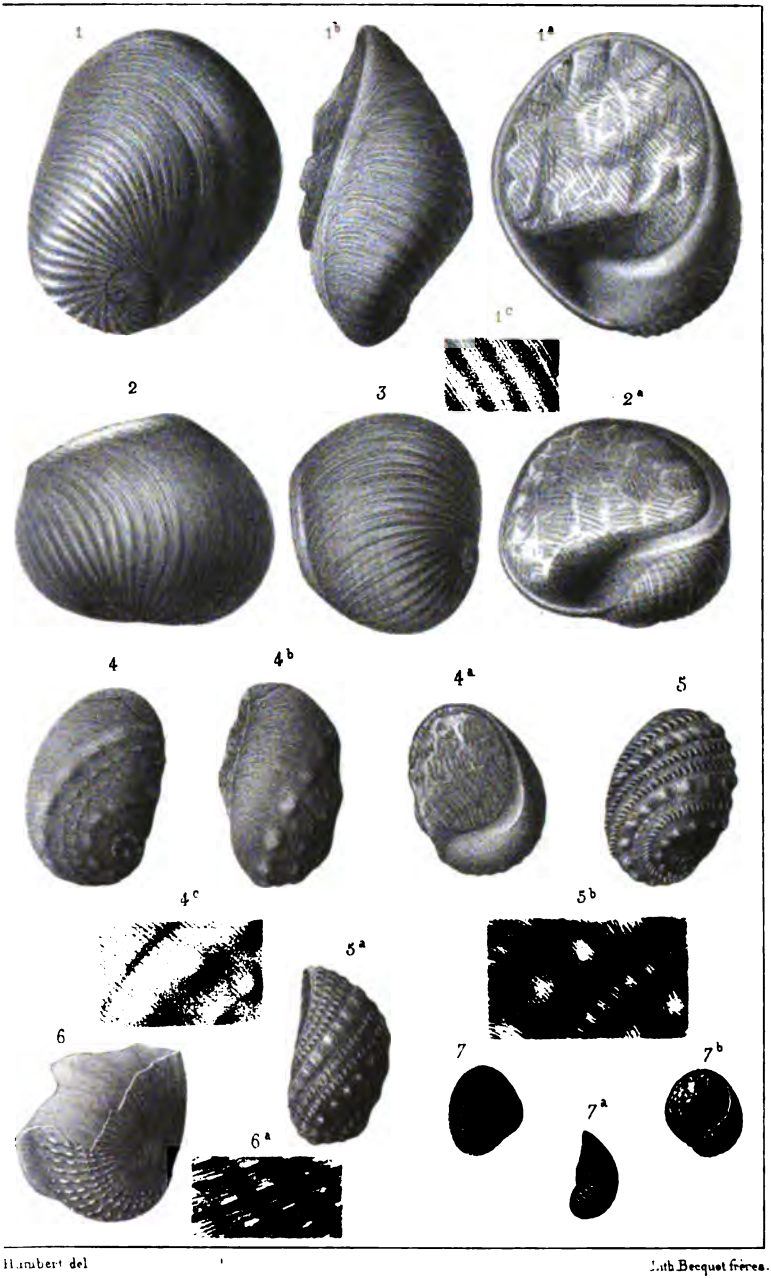
*près la rotonde des machines*




Lith. Kaeppelin Paris




Humb. J. H. Bouquet fils sc.

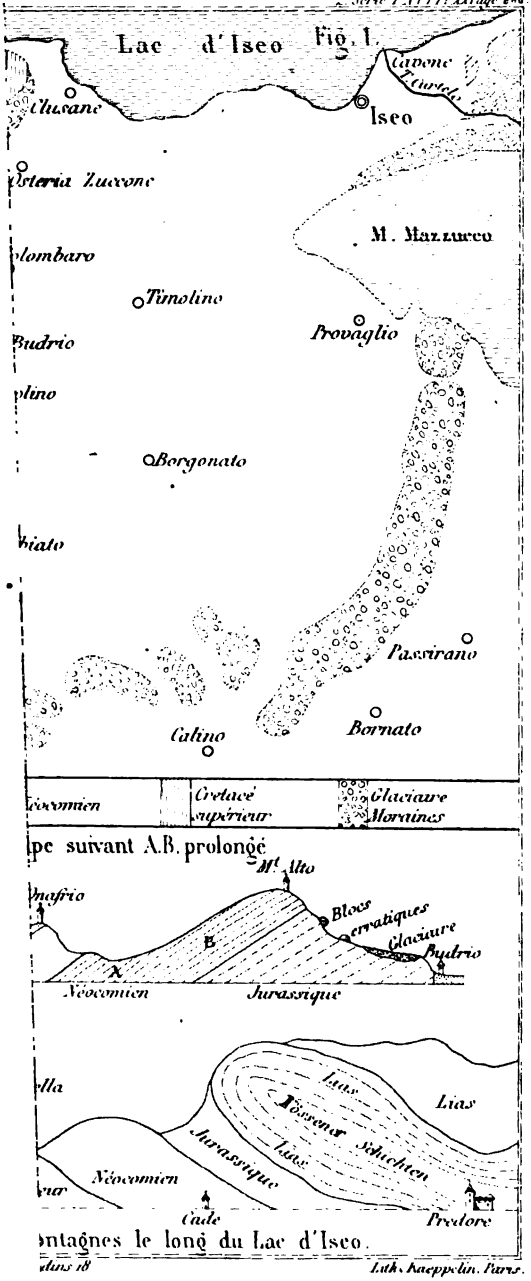



Humbert del. Lith. Becquet frères.

*Fig. 1.a,b,c Otostoma Tchihatcheffi, d'Arch. Fig. 4.a,b,c. Otostoma Pouechi, d'Arch.*
*2.a O._____ ponticum, id. 5.a,b. O._____ Pouechi, Var.*
*3. O._____ ponticum, var. 6.a O._____ Valenciennesi, d'Arch.*
*Fig. 7.a,b Otostoma Valenciennesi. (jeune)*

Palozzolo et le Lac d'Iseo, par M.G. de MORTILLET.








Lith. Kaeppelin. Paris.

PERIODICAL

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

RENEWED BOOKS ARE SUBJECT TO
IMMEDIATE RECALL

Library, University of California, Davis
Series 458A

PERIODICAL

№ 435530

Société géologique
de France, Paris.
Bulletin.

QE1
S63
ser.2
v.16

PHYSICAL
SCIENCES
LIBRARY

435530
Société géologique
de France, Paris.
Bulletin.

Call Number:

QE1
S63
ser.2
v.16